

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ХІМІЧНОГО, ПОЛІМЕРНОГО ТА СИЛКАТНОГО
МАШИНОБУДУВАННЯ**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) О.В.Гондляр
(ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації): 133 – Галузеве машинобудування
спеціалізація: Інжиніринг обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів

на тему Термопластавтомат з модернізацією механізму запирання форми.

Виконав : студент 2 курсу, групи ЛП-91мп
(шифр групи)

Прищепя Андрій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

Науковий керівник д.т.н., проф. Щербина В. Ю.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Консультанти з: ТМ та Е Борщик С. О
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Модернізації д.т.н., проф. Щербина В. Ю.
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ХІМІЧНОГО, ПОЛІМЕРНОГО ТА СИЛКАТНОГО
МАШИНОБУДУВАННЯ**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) **О.В.Гондлях**
(ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації): 133 – Галузеве машинобудування
спеціалізація: Інжиніринг обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів

на тему Термопластавтомат з модернізацією механізму запирання форми.

Виконав : студент 2 курсу, групи ЛП-91мп
(шифр групи)

Прищепя Андрій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

Науковий керівник д.т.н., проф. Щербина В. Ю.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Консультанти з: ТМ та Е Борщик С. О
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Модернізації д.т.н., проф. Щербина В. Ю.
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

**Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація): 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)
« ____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Прищепа Андрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Термопластавтомат з модернізацією механізму запирання форми

науковий керівник дисертації: Щербина Валерій Юрійович д.т.н., проф. _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження: Термопластавтомат з модернізацією механізму запирання форми

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): Термопластавтомат з відношенням діаметра до довжини робочої частини 90x25

5. Перелік завдань, які потрібно розробити Вступ; Призначення і галузь застосування вирбу що проектується; Технічна характеристика машини; Опис конструкції та основних частин; Літературно-патентний огляд стану питання; Рекомендації щодо монтажу та експлуатації; Охорона праці; Стартап; Очікувані механіко-економічні показники; Література; Параметричні розрахунки; Кінематичні розрахунки; Розрахунки на міцність; Опис програм; Розрахунки надійності.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Лінія по виробництву продукції з вторинного матеріалу А1, термопластавтомат А1, термопластавтомат модернізований А1, корпус А1, черв'як А1, плакат «Розрахункова модель» А1, плакат «Результат розрахунків» А1

7. Орієнтовний перелік публікацій: 1. Теза на тему: «Модернізація дозуючого пристрою для зменшення бракованої продукції»

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Модернізація	Щербина В.Ю., проф. каф. ХПСМ		
ТМ та Е	Борщик С.О., ст. викладач каф. ХПСМ		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Опис лінії. Розробка креслення лінії.	19.10 – 24.10.2020	
2	Розробка креслення машини – каландра. Її технічна характеристика.	25.10 – 30.10.2020	
3	Літературний огляд та патентний пошук.	31.10 – 03.11.2020	
4	Розрахунок на міцність, тепловий та параметричний основної модернізації.	04.11 – 09.11.2020	
5	Розробка креслень баз. та модерн. вузла.	10.11 – 14.11.2020	
6	Параметричний розрахунок допоміжної модерн.	15.11 – 16.11.2020	
7	Розроблення розділу «Монтаж та експлуатація».	17.11 – 22.11.2020	
8	Розроблення розділу «Охорона праці».	23.11 – 24.11.2020	
9	Створення 3D моделей баз та модерн. конструкції	25.11 – 01.12.2020	
10	Створення розрахункової моделі в Ansys. Отримання результатів.	02.12 – 06.12.2020	
11	Аналіз достовірності результатів.	07.12 – 09.12.2020	
12	Створення плакатів з результатами розрахунку.	10.12 – 12.12.2020	
13	Оформлення записки магістерської дисертації.	13.12 – 18.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація магістра практичного спрямування на тему «Термопластавтомат автомат з модернізацією запираючого механізму» / НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»; Керівник В.Ю. Щербина – К., 2020. – 86 с.: іл. – Викон. А.О. Прищепа.

Пояснювальна записка складається зі вступу, восьми розділів, висновків і списку посилань з 18 найменувань. Загальний обсяг записки становить 86 сторінок основного тексту, 30 рисунка, 5 таблиць.

Об'єкт дослідження – термопластавтомат для одержання різних виробів з полімерів.

Мета проекту – проектування термопластавтомату згідно з технічним завданням на основі існуючих промислових аналогів, здійснення модернізації термопластавтомата, а саме запираючого механізму термопластавтомату та дозуючого пристрою машини.

Записка містить опис призначення та області застосування виробу, технічну характеристику, опис і обґрунтування обраної конструкції, розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції, рекомендації з монтажу та експлуатації, очікувані техніко-економічні показники, також присутній розділ охорони праці та навколишнього середовища.

На основі виконаних патентних досліджень здійснено модернізацію запираючого механізму та дозуючого пристрою.

Ключові слова: ПОЛІМЕР, ВИРІБ З ПЛАСМАСИ, ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТ, ЗАПИРАЮЧИЙ МЕХАНІЗМ, ДОЗУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ, ПЛИТА, МОДЕРНІЗАЦІЯ

ABSTRACT

Master's dissertation of the master of a practical direction on a theme "The automatic molding machine automatic machine with modernization of the locking mechanism" / NTUU "KPI of a name of Igor Sikorsky"; Head V.Y. Shcherbina - K., 2020. - 86 p. : ill. - Execution. A.O. Prischepa..

The explanatory note consists of an introduction, eight sections, conclusions and a list of references of 18 items. The total volume of the note is 86 pages of the main text, 30 figures, 5 tables.

The object of research is a thermoplastic machine for obtaining various polymer products.

The purpose of the project is to design the automatic molding machine in accordance with the technical task on the basis of existing industrial analogues, to modernize the automatic molding machine, namely the locking mechanism of the automatic molding machine and the dosing device of the machine.

The note contains a description of the purpose and scope of the product, technical characteristics, description and justification of the selected structure, calculations confirming the efficiency and reliability of the structure, recommendations for installation and operation, expected technical and economic indicators, and a section on labor and environmental protection.

On the basis of the performed patent researches the modernization of the locking mechanism and the dosing device is carried out.

Key words: POLYMER, PLASTIC PRODUCT, THERMOPLASTAVTOMAT, LOCKING MECHANISM, DOSING DEVICE, PLATE, MODERNIZATION

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 ОПИС МАШИНИ А САМЕ ТЕРМОПЛАСТ АВТОМАТУ	10
1.1 Опис лінії по виготовленню виробів з вторинного матеріалу	10
1.2 Опис конструкції основних збиральних одиниць та деталей.....	12
1.3 Опис конструкції черв'яка термопластавтомата	14
1.4 Опис конструкції корпусу термопластавтомату	15
1.5 Механізм замикання півформи.....	19
1.6 Призначення та конструкції пресс-форм.....	20
1.7 Опис гідро-кінематичної схеми ТПА.....	21
1.8 Механізм впорскування.....	25
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	28
3 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД	29
3.1 Патентні дослідження	29
3.2 Мета роботи	35
4 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ МОДЕРНІЗАЦІЇ	37
5 РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ БАЗОВОЇ МОДЕЛІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ МОДЕРНІЗАЦІЮ	40
5.1 Параметричні розрахунки	40
5.1.1 Розрахунок геометрії черв'яка	40
5.1.2 Розрахунок потужності приводу	43
5.1.3 Розрахунок черв'яка на стиск	44
5.1.4 Розрахунок черв'яка на кручення	48
5.1.5 Розрахунок черв'яка на жорсткість	49
5.1.6 Розрахунок черв'яка на витривалість	50
5.2 Тепловий розрахунок	51
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
6.1 Характеристика виробничих шкідливостей і небезпек.....	56
6.2 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів проектованої установки і заходи її усунення.....	57
6.2.1 Повітря робочої зони	57

6.2.2	Небезпека впливу елементів устаткування, нагрітих до високих температур	59
6.2.3	Виробничий шум.....	59
6.2.4	Небезпека впливу частин що рухаються та обертаються	60
6.2.5	Пожежна безпека	61
6.2.6	Системи, що працюють під тиском.....	62
6.2.7	Небезпека враження електричним струмом.....	63
6.2.8	Промислове освітлення	64
6.2.9	Характеристики вентиляційної системи.....	65
6.2.10	Електронебезпека	68
6.2.11	Характеристика по пожеже – і вибухонебезпечності.....	71
6.2.12	Боротьба з надзвичайними ситуаціями на виробництві	71
7	МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ.....	72
7.1	Креслення вузла.....	72
7.1.1	Схема збирання вузла.....	73
7.1.2	Операційна карта збирання вузла	74
7.1.3	Карта ескізів фундаменту і послідовності монтажу	74
7.1.4	Операційна карта монтажу машини.....	75
7.1.5	Схема змащування вузлів машини	76
7.1.6	Таблиця змащування.....	77
8	МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ	78
8.1	Розробка 3D-моделі деталі яка отримує в момент впорскування матеріалу у форму.....	78
8.1.1	Створення деталі.....	103
8.2	Розрахунок деталі	104
	ВИСНОВКИ.....	116
	ЛІТЕРАТУРА.....	118
	ДОДАТОК А	
	ДОДАТОК Б	

ВСТУП

Ми проживаємо у час де повсюду використовуються вироби з полімерів. Кожного року світ все більше наповнюється виробами на основі мласмас, кожного року з'являються нові види пластику, які набагато перевершують своїми показниками стари види і можуть конкурувати з традиційними виробами з скла, дерева, металів та кераміки. Полімери все більше входять в побутове життя людей, наприклад частка виробів з пласмас в побуті менша лише на 11 %, ніж скляного, але перевищує порцеляновий із інших матеріалів.

Перевагами полімерних виробів є дешевизна та довговічність. Інфляційний удар, який виникнув в Україна в 2014-2015 роках, обвалив спроможність купувати пласмасові вирби. У 2016 і 2017 роки підвищення ціни істотно зменшилося, що повпливало на підвищенню попиту на пластикову продукцію і дозволило її виробникам підвищувати обсяги випуску полімерної продукції.

Збільшення ринку полімерних виробів допомагає збільшенню населенням України витрат на купівлю побутової продукції. Так, за даними Держстату, домогосподарство виділяло в 2016 році на купівлю полімерних виробів 1142 грн, то уже в 2017 році 1713грн.

Підвищення попиту прямо впливало на бізнес-активність в країні також позитивно відобразилося на ринок пласмасових продукції, особливо в сенменті пластикової посуди. Так як пластик має більший термін і набагато зручніший в порівняні з традиційними виробами. [1].

Зважаючи на те, що при виробництві більшості виробів з полімеру використовують термопластавтомати (ТПА), очевидно, що модернізація їх технічних характеристик є основною, і надзвичайно актуальною, та затребуваною.

При виконанні магістерської демертації було використано опит набутий на пртязі всього всього навчання, а саме з таких дисциплін: ; технологічні основи машинобудування, обладнання виробництва будівельних та полімерних виробів, технологічні основи машинобудування, апарати та машини галузі,

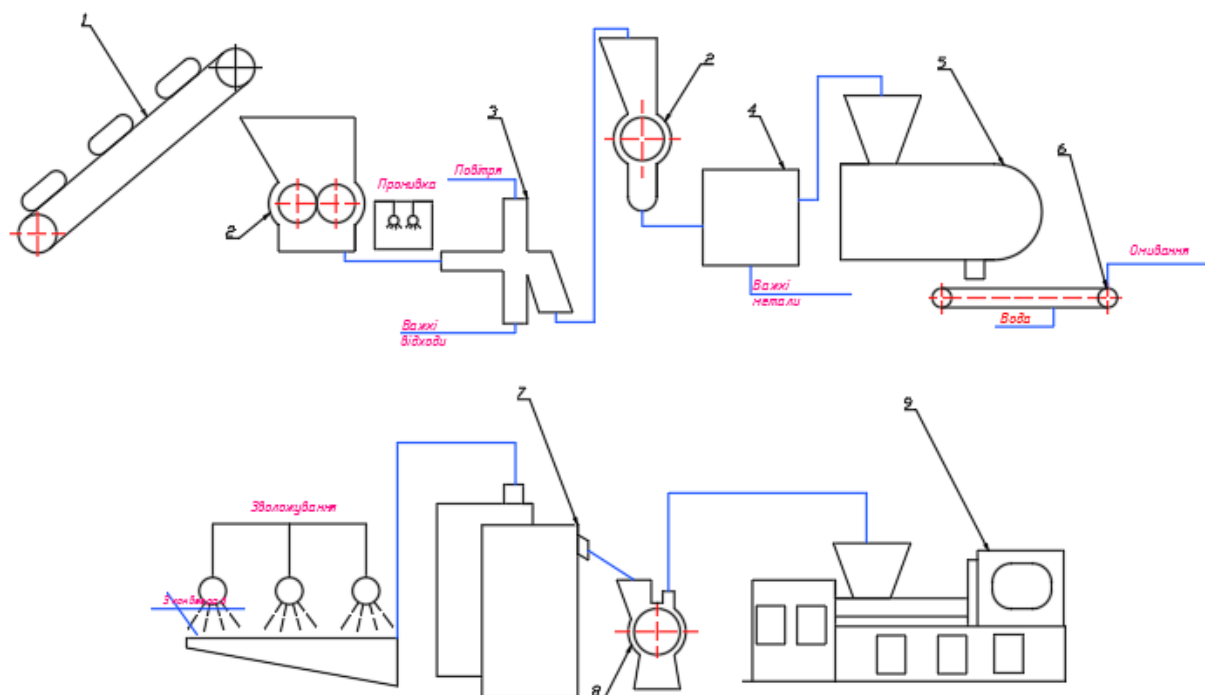
технологічне обладнання виробництва будівельних та полімерних виробів, охорона праці та цивільний захист, сучасні методи розрахунку процесів та апаратів.

В результаті виконання магістерської дисертації опубліковано дві тези у збірнику конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». Київ, 6-7 червня 2019р, та «Збірка доповідей XI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»(Київ, 10-11 грудня 2020 року)»

1 ОПИС МАШИНИ А САМЕ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ

1.1 Опис лінії по виготовленню виробів з вторинного матеріалу

Схема технологічної лінії по переробці полімерних матеріалів зображена на рис. 1. Транспортёр 1 подає пакети з матеріалом в дробарку 2. Подрібнені відходи промиваються і пневматичним шляхопроводом направляються в повітряний класифікатор 3, де проходить відділення близько 3% важких домішок. Далі матеріал повторно перероблюється в дробарці другого ступеня і проходять через магнітний класифікатор 4 для видалення металевих залишків. Далі подрібнені відходи промиваються протічною водою і детергентами сушаться в відцентровій сушарці 7. Висушений матеріал перемішуються у турбінному млині 8 що запобігає грудкуванню матеріалу і попадають в термопластавтомат 9 який робить вироби, при виникненні браку є можливість повторно використати даний матеріал, але тільки раз.



1 – Транспортер стрічковий для подачі матеріалу, 2 – дробарка, 3 – повітряний класифікатор, 4 – магнітний сепаратор, 5 – промивач, 6 – конвеєрна стрічка, 7 – відцентрова сушарка, 8 – млин, 9 – термопластавтомат

Рисунок 1 – Лінія по переробці полімерних матеріалів з вторинної сировини.

1.2 Опис конструкції збиральних одиниць та деталей термопластавтомату

Термопластавтомат призначений для безперервної роботи з використанням гранульованих полімерів в однорідний розплав і перетворення його в заданий виріб.

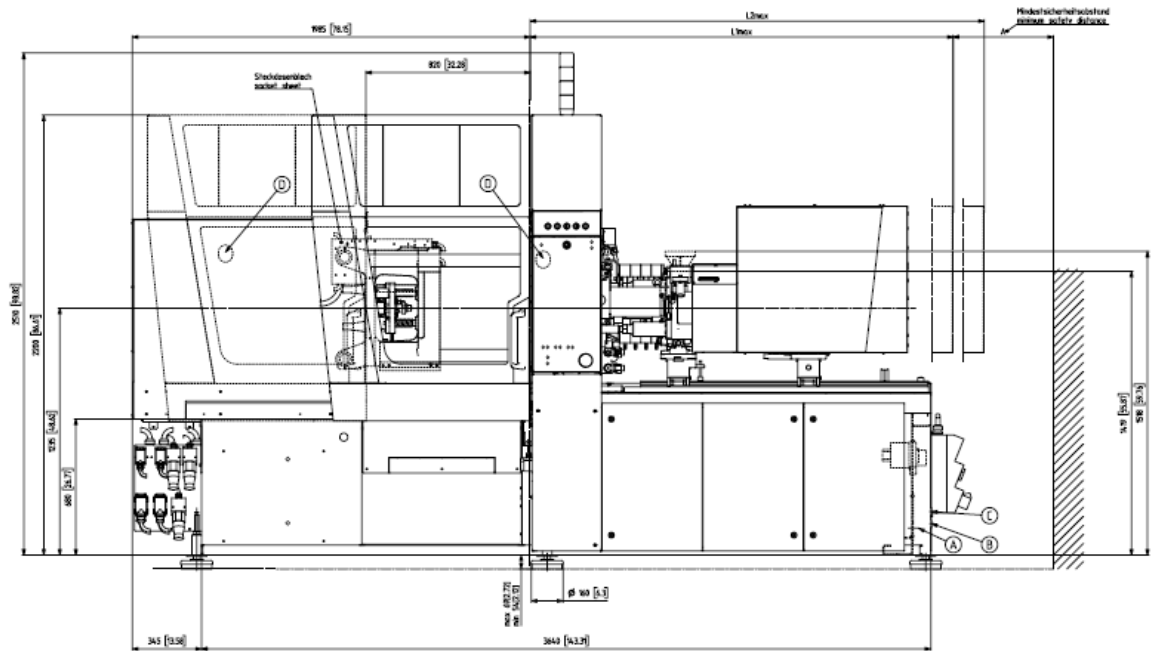


Рисунок 2 – Схема термопластавтоматах

Основними робочими органами термопластавтоматів є товстостінний циліндричний корпус, у якому обертається шнек (черв'як). Черв'як, діаметр який може бути від 20 до 500 мм і навіть більше, характеристикою геометрії (профілем) поперечного перерізу каналу, ступенем стиску, кількістю заходів нарізки та кроком.

Під час роботи черв'яка полімер транспортується нарізкою черв'яка, утвореною внутрішньою поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка. Транспортування матеріалу супроводжується інтенсивною деформацією матеріалу та підвищенням тиску.

Одночасно відбуваються в пресі різноманітні процеси: нагрівання полімеру за рахунок енергії дисипації та просто енергії, що підводиться від

систем нагрівання корпусу, Ініційована зростаюча температура та хімічна яка надходить від тиску, інші перетворені а саме фазові, змішування компонентів, ; вилучення з матеріалів газоподібних та інших домішків, фазові та інші перетворення, ущільнення та монолітизація сипких матеріалів.

У зоні живлення відбувається процес прийом матеріалу, що переробляється, і його переміщення в зону плавлення та ущільнення. Для підвищення продуктивності термопластавтомату зона завантаження виконується з великим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

У зоні плавлення відбувається розплавлювання мареріалу, матеріал ущільнюється та дегазується. Для ефективного проведення даних процесів гребінь черв'яка в зоні плавлення виготовлений з поступово зменшеним об'ємом, що досягається в багатьох випадків зменшенням глибини каналу, кроку нарізки черв'яка або двох параметрів одночасно.

У зоні дозування відбувається змішування розплаву і з'являється тиск, під дією якого полімер продавлюється через сопло і подається у пресформу.

Завантажувальна горловина являє собою товстостінний циліндр із завантажувальним отвором, в деяких випадках має водяну рубашку. Вона складається із і вставної гільзи і корпусу.

Температура поверхні корпусу контролюється за допомогою перетворювача термоелектричного який є в комплекті із вторинним пристроєм. Корпус має форму товстостінного циліндра, який закріпленим фланцевим з'єднанням до завантажувальної горловини. Корпус має різні зони обігріву електронагрівниками опору. Охолодження зон корпусу відбувається від незалежних вентиляторів, або водяних рубашок. Для контролювання температури корпусу та гільзи на ньому встановлюють деякі перетворювачі термоелектричні.

Система охолодження призначена для охолодження завантажувальної лійки, черв'яка, корпусу при завантажувальній горловині, а також мастила в редукторі.

Зони розділені між собою перегородками. З-зовні корпус обгорнутий теплоізоляційним матеріалом.

Черв'як за допомогою шліцьового з'єднання приєднується до перехідної втулки блоку радіально-упорних підшипників. Цей вал за допомогою шліцьового з'єднання приєднаний до тихохідного редуктора.

Пресформа кріпиться до станини за допомогою спец тримачів.

Корпус створюються із завантажувальної горловини і частини плавлення. Всі частини з'єднані між собою за допомогою фланців та інших кріпільних матеріалів. До завантажувальної частини, за допомогою фланців, прикручується блок підшипників радіально-упорних. На частину плавлення корпусу закріплюються нагрівники, завдяки яким сам корпус гріється, і відбувається плавлення матеріалу. Завантажувальна частина складного корпусу може мати канали для підводу води, за допомогою якої охолоджується екструдер.

Перевагами термопластавтомату є та буде можливість виготовлення різних полімерних деталей шляхом зміни прес-форми, висока продуктивність та надійність.

Недоліки: Велика вартість обслуговування обладнання, обмеження у виготовленні великих та габаритних деталей, неоднорідність розплаву та висока ймовірність браку.

Висновки:

- розглянуто базову конструкцію термопластавтомату, ознайомилися з принципом дії та головними частинами.
- визначено основні недоліки та переваги термопластавтомату які присутні у базових конструкціях.

1.3 Опис черв'яка конструкції термопластавтомату

В залежності від матеріалу та типу матеріалів, що перероблюється у виріб, черв'як екструзійно-групового відрізняються від між собою геометрією гвинтового каналу, а саме конструкції відрізняються між собою геометрією гвинтового каналу. Всі черв'яки зазвичай, мають декілька відмінностей конструктивних зон:

- 1 зона у якій відбувається завантаження – в більшості випадків виконується з самою більшою глибиною нарізки каналу
- 2 хвостовик черв'яка – призначється для подачі обертового моменту черв'яка, сприйняття усіх вістових зусиль, що створюються на ньому та їх передає на вузол головного опірного підшипника, а також виконує функцію підшипника ковзання, та вузла ущільнення, який повинен не давати потраплянню перероблюваного матеріалу саме до вузла опірного підшипника.
- 3 зона дозування, яка забезпечує заданий тиск на виході з гвинтової навивки.

Окрім цих основних характерних для майже всіх конструкцій зон, черв'яки можуть мати інші конструктивні зони.

- 4 зона вакуумування, де видаляється повітря, тобто збільшення глибини кроку гвинтового каналу. Ця зона призначена для дегазації матеріалу в каналі корпусу.
- 5 зона змішування, яка може бути створена у вигляді віток зворотно направлених (1–5), петлі, виступів типу фрези, виступ-впадина, та інші конструктивні вироби.

На ряду з базовими конструктивними зонами різноманітні конструкційні черв'яки також можуть зумовлювати відмінність геометричних параметрів гвинтової нарізки для різних термопластавтоматів, що визначається різними коефіцієнтами тертя.

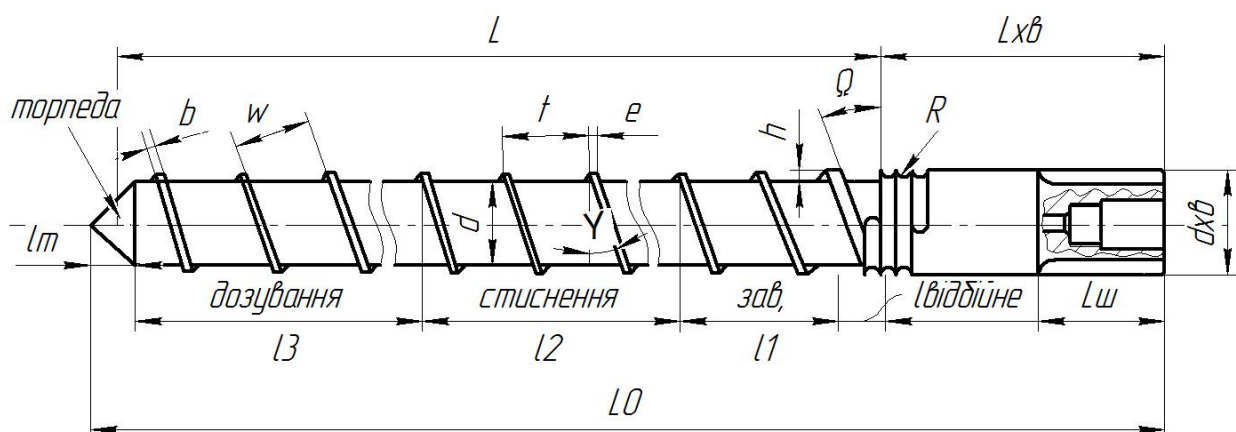


Рисунок 3 –Конструктивні параметри черв'яка (Базові).

1.4 Опис корпусу термопластавтомата

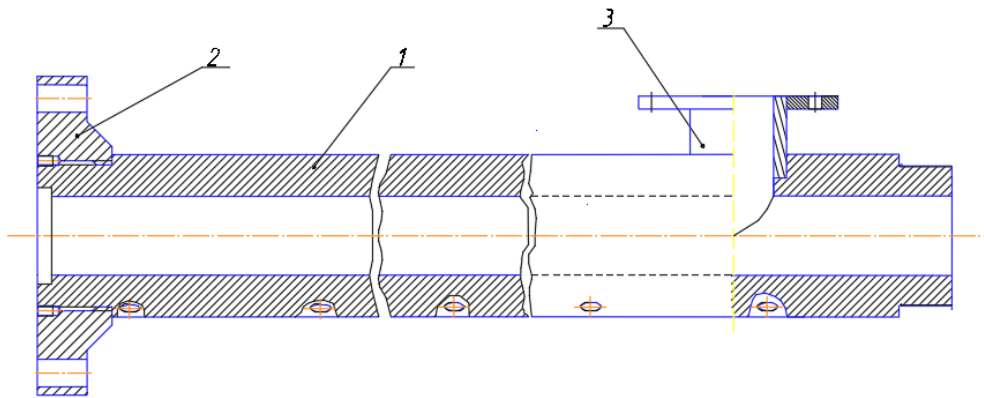
Корпус є головним та одним з найголовніших вузлів термопластавтомату. На даний час існує декілька видів корпусів: роздільні, складані по довжині, суцільні та різні корпуси завантажувальної горловини. У середині даного корпусу обертається черв'як. З боку приводу до самої машини прикріплюється завантажувальний пристрій та вузол опорного підшипника. Під час роботи поверхня корпусу, а саме внутрішня саме зношується, особливо у процесі переробки важких полімерів, що містять важкі абразивні матеріали різного характеру. Для підвищення терміну роботи корпусу його створюють складеним із товстостінного циліндра який виконано з вуглецевої сталі та вмонтованої в нього тонкостінної гільзи з високоякісної дуже доброї легованої сталі. Для підвищення зносостійкості гільзи її піддіється азотуванню на 0,1 мм.

Крім дії на корпус саме навантажень механічних, які передаються від терття черв'яка об матеріал на гільзу, також він повинен витримувати різні температурні навантаження.

Розрахунок залежить від його конструкції його частин та варіантів їх оформлення. Наприклад: якщо для корпусу має окрему завантажувальну частину та власне циліндричну частину, зон пластикації та видавлювання, то їх розрахунок відрізняється, що діють в цих зонах.

Гільзи можуть бути вмонтованими в циліндр без натягу, а запобігання повертанню самої гільзи відносно головного циліндра досягається використанням стопорних елементів, наприклад, штифтами або системи пазів та виступів, торцевими гвинтами. Для зменшення теплового опору від нагрівання корпусу забезпечує тісний контакт зовнішньої поверхні тонкостінної гільзи з внутрішньою поверхністю циліндра складанням їх зі великим гарантованим натягом. Зазвичай корпус та гільза складаються за допомогою гарячого пресування, після чого гільза стопориться від запобігання повертання торцевими гвинтами - штифтами. Після утворення внутрішньої поверхні гільзи шліфують до розміру який задається. Товщина гільзи створюється з

конструктивних міркувань, до яких було прийдено з умов розміщення елементів стопоріння та перевіряють лише залежностями Ляме.



1 – корпус ТПА; 2 – фланець до якого прикріплюють сопло; 3 – завантажувальна воронка

Рисунок 4 – Складальний корпус ТПА

Для надання довговічності корпусу шляхом ремонту за рахунок заміни внутрішньої пресованої гільзи, корпус виготовляють який є складаним по товщині з власне самого корпусу та пресованої гільзи. Вона закріплюється у ньому нерухомо за рахунок так званих стопорних шпонок або гвинтів, або посадки де використовується натяг.

Для полегшення заміни гільзи, вона монтується в корпус без натягу, елементи, які призначені для запобігання повертання гільзи (шпонки або гвинт) розраховують на зріз від обертового моменту.

1.5 Механізм замикавання півформ

Механізм замикавання призначений для закривання та відкривання литтєвої форми, а також для утримання форми у зімкнутому стані при впорскуванні та формування виробів. Для отримання високоякісних виробів необхідно надійне змикання форми, оскільки при неповному змиканні може відбутися викид частини матеріалу по лінії змикання в облой при впорскуванні розплаву.

Кінематика та конструкційні розміри пресової частини машини для лиття не залежить від напрямку роз'єму плити-вертикального чи горизонтального, а

визначається потрібною бистрохідністю машини, технологічними параметрами процесу та геометричними характеристиками виробу. Для збільшення бистрохідності машини швидкість змикання та розмикання плит повинна бути максимальною, причому з ціллю запобігання пошкодження плити при закриванні форми швидкість змикання в кінці ходу повинна зменшуватись.

На практиці розроблено та застосовується велика кількість різних механізмів запирання, котрі можна розділити на дві групи: прості та комбіновані. У простих конструкціях механізми переміщення плит і запирання форми поєднані, у комбінованих переміщення плити здійснюється одним механізмом, а другий створює необхідне зусилля змикання форми.

За видом привода прості та комбіновані констрiкції поділяють на гiдравлічні, пневматичні, гiдромеханічні, пневмомеханічні та механічні. Гiдравлічні та пневматичні констрiкції вiдносяться до механізмів силового запирання, в котрих зусилля запирання є зовнішнім вiдносно самого механізму. Гiдромеханічні, пневмомеханічні та механічні пристрої являються механiзмами кiнематичного запирання. У механiзмах цього типу зусилля запирання розвиває за рахунок пружних деформацій звен'єв, створюваний приводом. Після припинення дії сили, що розвиває звеном механізму що веде, необхідне зусилля запирання зберігається у виді внутрішньої сили, що являє собою пружну деформацію.

В сучасних конструкціях литтєвого остаткування пресові частини пневматичного, пневмомеханічного та механічного типу не знайшли широкого застосування iз-за незначного розвивання зусилля. В машинах для лиття з малим об'ємом впорскування застосування механічних вузлів запирання може бути виправдовано лише їх великою бистрохідністю та малою енергомiсткістю.

Найбільш велике розповсюдження отримали гiдравлічні та гiдромеханічні констрiкції.

Гiдравлічні механізи здійснюють підвід плити та запирання форми за допомогою одного чи декілька гiдроциліндрів без введення проміжних механізмів, що збільшує надійність констрiкції. Гiдравлічні механізи дозволяють легко регулювати розмір між плитами, надійно захищені від

поломок та перевантажень. До недоліків гідравлічних вузлів запирання відноситься їх значна металоємкість та мала швидкість змикання форми зрівняно з гідромеханічними конструкціями.

Пресова частина литтєвої машини сучасної комбінованої гідравлічної конструкції зображена на мал.4. У цьому механізмі нерухома плита 12 з'єднана з

гідроциліндром 1 та жорстко зв'язані колонами 7 з гайками 9 та іншою нерухомою плитою 8. Полий плунжер 2 закріплений до проміжної плити 4 заціпкою 3. Прискоринне змикання рухомої плити 6 з нерухомою плитою 8 здійснюється двома допоміжними гідроциліндрами 11 з штоками 10. При цьому здійснюється вивід допоміжного плунжера 5 з порожнини плунжера 2. Після цього ця заціпка 3 за допомогою гідроциліндру 13 замикає прастір між допоміжним плунжером 5 та плунжером 2. Зусилля запирання форми, яке створює гідроциліндр 1 при підводі туди рідини, від плунжера 2 крізь заціпку 3 та допоміжний плунжер 5 передається рухомій плиті 6.

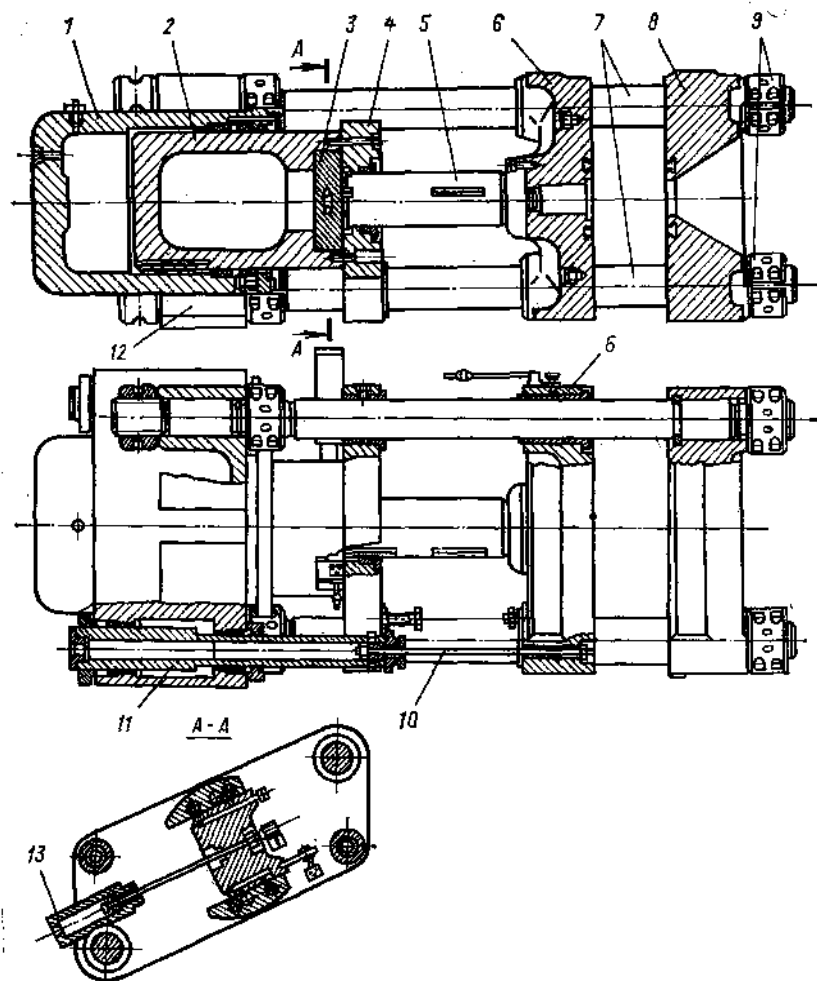


Рис.5 – Комбінований гідравлічний механізм запирання форми

1-гідроциліндр; 2-плунжер; 3-защипка; 4-проміжна плита; 5-додатковий плунжер; 6-рухома плита; 7-колона; 8,12- нерухомі плити; 9-гайка; 10- шток; 11-додатковий гідроциліндр; 13-гідроциліндр переміщення защипки

1.6 Призначення та конструкції пресс-форм.

Форми для лиття під тиском виробів з полімерних матеріалів відносяться до найбільш розповсюджених тепер та вельми перспективними у майбутньому. В цих формах, які встановлюються на універсальних чи спеціалізованих литтєвих машинах-автоматах, отримують вироби практично з усіх термопластів, а також з багатьох марок порошкоподібних та гранульованих реактопластів, резинових сумішей. У формах для лиття під тиском отримують різноманітні вироби — від простих до особливо складних та високоточних. Забезпечення заданих вимог, що висуваються до виробу (у відношенні до структури матеріалу, величина та характеристика розподілення внутрішніх напружень, міцнісних та деформаційних здатностей, точності розмірів та геометричної форми), є тяжкою проблемою, компромісне рішення якої залежить від глибокого знання особливостей лиття під тиском конкретного матеріалу, повного врахування властивостей матеріалу в исходном стані та при переробці, максимального согласования технічних можливостей литтєвих машин-автоматів та конкретних форм для лиття під тиском.

Основною відмінністю литтєвих форм від прес-форм є те що, у перших відсутні завантажувальні камери; вони винесені у литтєві машини. Для охолодження у формах є спеціальні канали, по яким циркулює вода.

У литтєвих машинах можна відливати вироби самих складних конфігурацій, з тонкими піднутреннями. Матеріал потрапляє у порожнину форми через канали, які по своєму призначенню поділяються на центральний литниковий, розвідні та впускні .

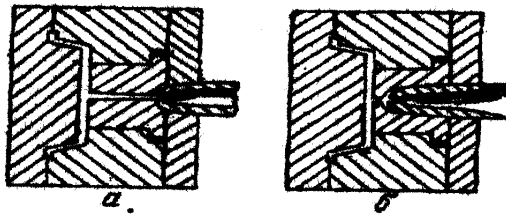


Рис. 6 – Литтєві форми.

а — звичайного типу (з пальчиковим литником); б — безлитникового лиття (точкового типу).

При отриманні різнотовщинних виробів канал підводиться до стовщених місць. Впуск матеріалу у гнізда розполагають навпроти виходу повітря з форми через площину роз'єму. Так як повітря віджимається у протилежну сторону від впуску сторону, то при відсутності вказаних виходів приходиться робити спеціальні повітряні канали.

В останній час отримали поширення безлитникові (точкові) форми (мал. 8,б). Ці форми відрізняються від звичайних тим що довжина впускного литника не більш ніж 1 — 2 мм, а діаметр близько 1 мм. Вироби, отримані у цій формі, майже не потребують механічної обробки та не мають литників.

Литтєві форми, так як і прес-форми, виконуються одно-, та багатогніздними, з однією, двома чи трьома площинами роз'єму .

Чистота обробки оформлюючи поверхонь форми та твердість матеріалу повинні бути тими що й для прес-форми.

Розрізняють прес-форми ручні, полуавтоматичні та автоматичні; з'ємні, стаціонарні; з горизонтальною та вертикальною площиною роз'єму.

У прес-формах можуть бути одна чи декілька оформлюючих (формуючих) площин, які є оберненим (негативним) відбитком зовнішньої поверхні заготовки. Деталі прес-форм виконують з вуглецевої та легованої сталі.

У залежності від матеріалу та вимог до получасої заготовки у прес-формах підтримують заданий температурний баланс. Для регулювання температури прес-форм використовують пару чи воду, які підводяться через отвір у плиті; спеціальні обігрівальні кільця з напівпровідниковим шаром;

електричні обігрівальні елементи та інше. Отримання заготовок та виробів на литтєвих машинах та пресах у прес-формах є характерним для серійного та масового виробництва.

1.7 Опис гідгокінематичної схеми ТПА

Найбільшого поширення в промисловості переробки пластичних мас набули машини з об'ємом уприскування 63 см³ і вище.

Загальний вид машини ТП-90. Машина збирається на зварній станині /, службовці одночасно і гидробаком. Зверху станини встановлений механізм замикавання 2. Небезпечна зона пристрою замикавання закрыта огорожею 3. З правого боку на станині встановлений механізм уприскування 4. Роботу і взаємодію вузлів розглянемо по гідравлічній схемі машини (фіг. 148). Пристроєм замикавання є шестизвенный механізм з дублюючими ланками. Приводом механізму є гідроциліндр /. Механізм уприскування — поршневого типу. Матеріал пластикується в ogrівальному циліндрі 3 завдяки теплопередачі від нагрітих стінок циліндра.

У ogrівальному циліндрі матеріал мається в своєму розпорядженні тонким шаром між стінками і торпедою 4. Матеріал дозується за об'ємом поршнем-дозатором 5.

Гидропривод зібраний із стандартної апаратури. Перед початком циклу механізми знаходяться в початковому положенні: форма розкрита, плунжер уприскування відведений в початкове положення. Цикл роботи починається із замикавання форми. Натисненням на пульті управління машини кнопки «Цикл» включаються електромагніт 27 і електромагніт чотиреходового золотника 10. Огорожа на машині закрыта; золотник 23 під дією пружини переміститься вгору, з'єднавши магістраль нагнітання з реверсивним золотником 21. Включений електромагніт 27 переміщає золотник управління 22 вліво, і рідина поступає під правий торець золотника 21, переміщаючи його вліво. Насос 14 розвантажений, оскільки плунжер уприскування в початковому положенні

впливає кулаком на чотириходовий золотник 7. Рідина під тиском від насоса 16 поступає під торець напірного золотника 13 і переміщає його вгору. Насос 14 працює на бак. Рідина від насоса 16 поступає в гідроциліндр / через зворотний клапан 17. Поршень 2 переміщається управо і через систему важелів переміщає рухому плиту. При включенні електромагніту золотника 10 останній переміщається вниз і роз'єднує торцеві порожнини блокувального і напірного золотникового баком. Зворотний клапан 17 замикає рідину в порожнині гідроциліндра 1.

У момент повного замикання тиск в поршневій порожнині відповідає тиску настройки пружини напірного золотника 20. Цей тиск контролюється манометром електроконтакта 29, що дає команду на включення електромагніту 25 і реле часу витримки під тиском. Включений електромагніт 25 переміщає золотник управління 8 вліво, після чого рідина поступає під правий торець реверсивного золотника 9, переміщаючи його вліво. Основний потік рідини через реверсивний золотник поступає в поршневу порожнину гідроциліндра 6.

Розплав уприскується у форму і витримується під тиском. Спочатку уприскування кулак звільняє чотириходовий золотник 7, який під дією пружини піднімається вгору, сполучаючи нижню торцеву порожнину золотника 13 з баком. Останній під дією пружини переміщається вниз, і потік, що нагнітається насосом 14, поступає в гідроциліндр 6. Із зростанням тиску уприскування рідина, що поступає від насоса 16, переміщає золотник 13 вгору, розвантажуючи насос 14 на бак. Кінцевий етап уприскування і витримка під тиском відбуваються під тиском, створюваним насосом 16. Зворотний клапан 15 забезпечує роздільну роботу насосів, а зворотний клапан 12 виключає можливість надходження рідини під тиском в напірний золотник 20.

Після закінчення витримки під тиском реле часу відключає електромагніт 25 і включає реле часу витримки на охолодження. Відключений електромагніт 25 переміщає золотник управління управо. Рідина поступає під лівий торець золотника 9, переміщаючи його управо. Потік від насосів 14 і 16 поступає в штокову порожнину гідроциліндра уприскування, а плунжер уприскування повертається в початкове положення. В кінці ходу чотириходовим золотником 7

розвантажуються насос 14. Початкове положення плунжера уприскування контролюється кінцевим вимикачем 30. Тиск уприскування встановлюється напірним золотником 24.

Після закінчення витримки часу охолодження відключається електромагніт 27, золотник 21 реверсує і рідина поступає в штокову порожнину гідроциліндра. Форма розкривається. В кінці ходу кулак впливає на кінцевий вимикач 28, що відключає електромагніт золотника 10. При відкритті огорожі блокувальний золотник 23 переміщається вниз і сполучає потік, що підводиться до золотника 21, із зливом; через напірний золотник 20 відбувається розвантаження насосів 14 і 16. При цьому вся рідина проходить через фільтр 18 і маслоохолоджувач 19. Тиск в системі замикання і уприскування контролюється манометром за допомогою золотника 11.

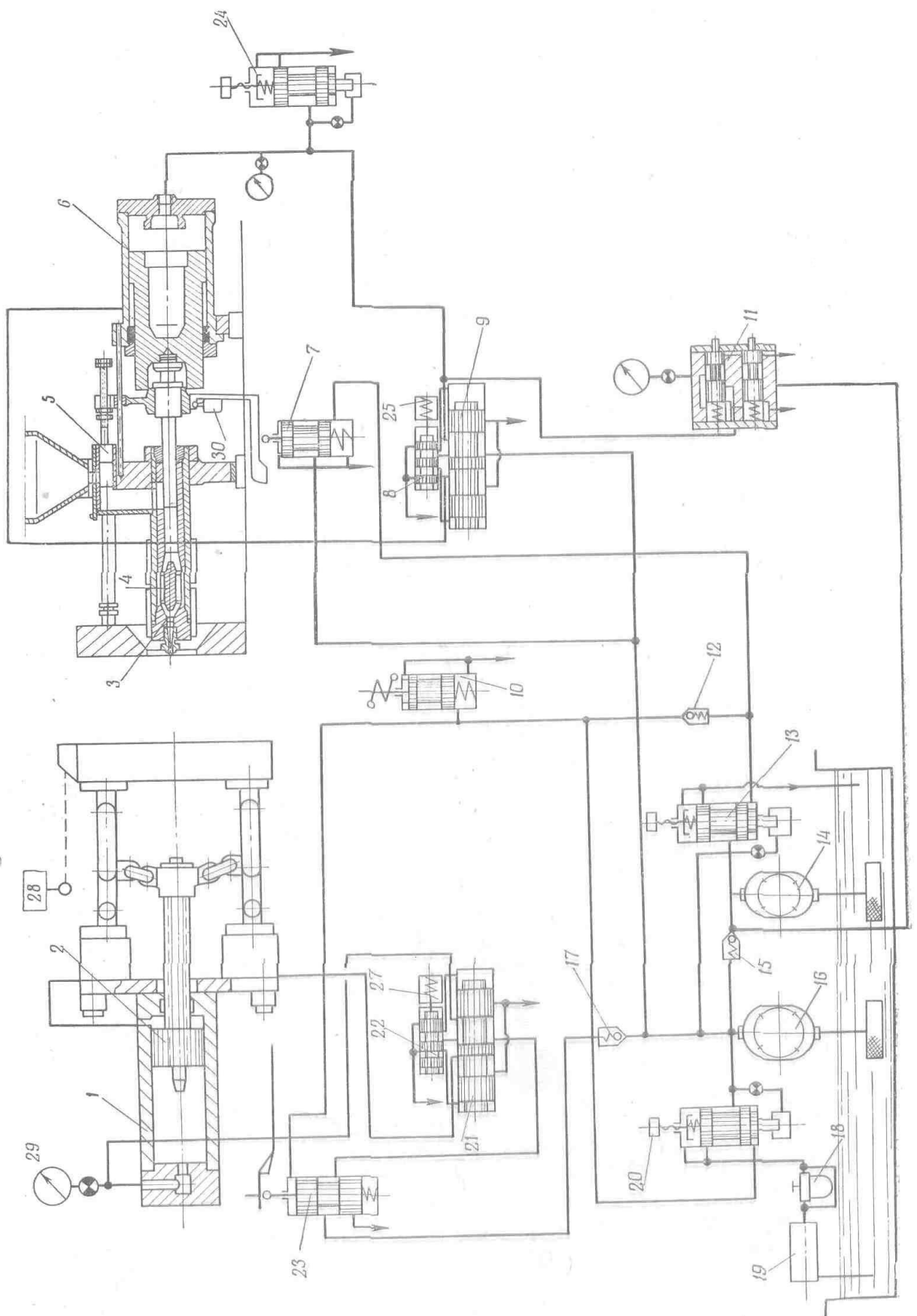


Рис.7 – Гідро-кінематична схема ТПА

1.8 Механізм впорскування.

Призначення механізму пластикації та впорскування складається з виконання наступних технологічних операцій: а) набір, розігрів та пластикація дози матеріала що переробляється; б) впорскування розплаву та витримка його під високим тиском у формі до затвердіння матеріала у литнику. Механізми які

здійснюють ці технологічні операції, можуть бути конструктивно з'єднані чи ні. Але в усіх випадках механізми пластикації та впорскування можуть бути поділені на поршневі, черв'ячно-поршневі, одночерв'ячні та двочерв'ячні. Крім того в залежності від кількості циліндрів пластикації оділяють одно-, двох-, трьох- та багатоциліндрові механізми пластикації та впорскування.

У загальному вигляді механізм пластикації та впорскування складається з наступних вузлів: пристрій для дозування сировини, вузла пластикації та впорскування розплаву, привід зворотно- поступового руху поршнів та обертання черв'яків, пристрій для переміщення всього механізму.

Коли механізм пластикації та впорскування знаходиться на одній прямій (мал. 5) черв'як виконує дві функції: пластикує та накопичує необхідну дозу розплаву та впорскує розплав у форму. Пластикаційний циліндр 1 укріплен на корпусі 9 механізму впорскування за допомогою поворотної цапфи 5, котра у робочому стані фіксується зажимом сухарей 6. Обертання черв'яка 3 здійснюється від гідродвигуна 10 через черв'ячну передачу 11, вал 8 та муфту 7. Осьові навантаження при роботі черв'яка сприймаються упорним підшипником 14, встановленим в поршні 15 гідроциліндра 13. Розплав нагрівається електронагрівачами 4 температура розплаву контролюється датчиком термодатчиком 2 з терморегуляторами. Шпилька 12 закріплює гідроциліндр 13 до корпусу 9.

Гранульований матеріал проходить скрізь завантажувальний отвір А у зоні завантаження черв'ячного пластикатора та далі, переміщуючись по черв'яку при його обертанні, обертається у розплав. Доза матеріалу що розплавилася накопичується у передній частині пластикаційного циліндра 1, а

черв'як під тиском, виникаючим у дозі матеріала, відходить вправо. Коли рідина подається з гідросистеми машини до поршневої порожнини гідроциліндра 13 поршень 15 переміщується вліво, передаючи вісьове переміщення черв'яку 3, котрий впорскує дозу розплаву у порожнину форми.

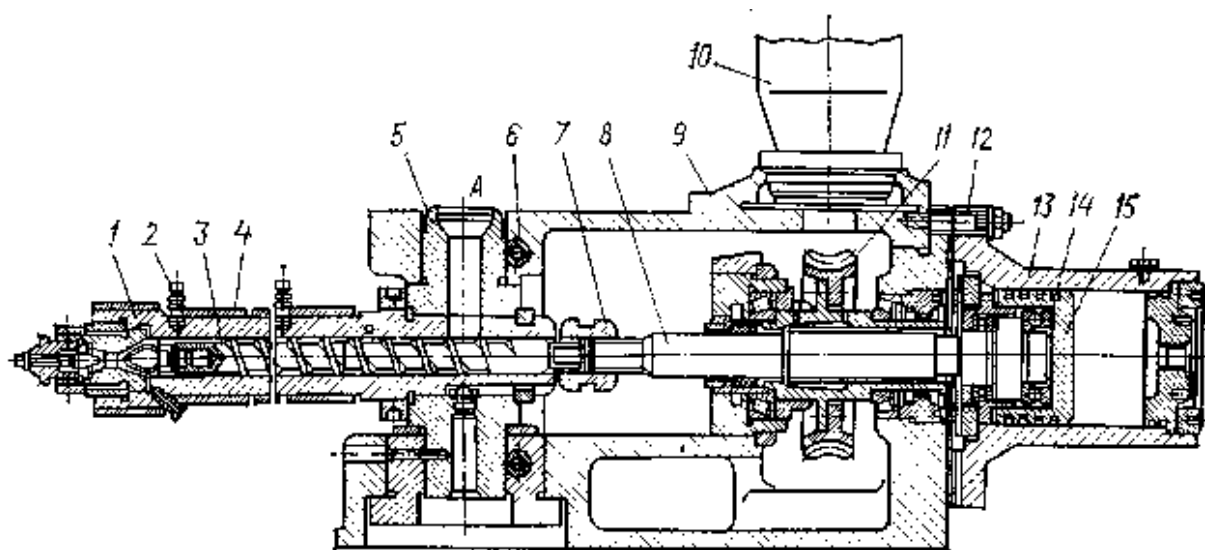


Рис. 8 – Механізм черв'ячної пластикації та впорскування, розташований на одній прямій:

1-пластикаційний циліндр; 2-термопара; 3-черв'як; 4-електронагрівач; 5-цапфа що повертається; 6-сухарь; 7-муфта; 8-вал; 9-корпус механізму впорскування; 10-гідродвигун обертання черв'яка; 11-черв'ячна передача; 12-шпилька; 13-гідроциліндр привіда вісьового переміщення черв'яка; 14-упорний підшипник; 15-поршень.

При використанні черв'яка в якості поршня для впорскування розплаву в більшості випадків використовують спеціальні клапанні пристрої, який запобігає зворотні токи розплаву уздовж витків черв'яка та втрат тиску при впорскуванні.

Конструкції різних клапанних пристроїв зображені на мал. 5. Пристрій зображений на мал.6,а використовується при роботі з низьков'язкими розплавами. Матеріал проходячи по черв'яку 3 при його обертанні, віджимає клапан 2 вліво і проходить в частину сопла скрізь сверлення у наконечник 1. При впорскуванні клапан 2 переміщується вправо та перекриває простір каналу нарізки черв'яка для зворотнього потіку розплаву.

Клапанний пристрій типу кульки, зображений на мал. 6,б, складається з кульки 1, виконуючого роль зворотнього клапана. У час впорскування тиском дози розплаву кулька притискається до сідла 2 та запобігає зворотній потік.

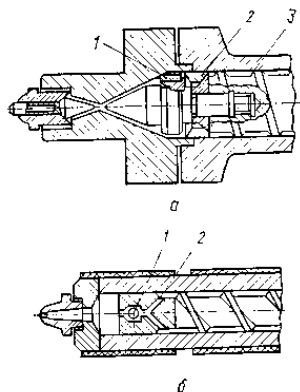


Рис. 9 – Конструкції клапанних пристроїв.

У машинах для переробки в'язкотекучих клапанні пристрої не використовуються, так як вони перешкоджають чистку каналу нарізки черв'яка та соплової частини від залишків матеріалів.

Сопла, які використовуються у сучасних механізмах пластикації та впорскування, мають конструкційні особливості в залежності від типу перероблюваного матеріалу. Для низьков'язких матеріалів використовують сопло зображене на мал.7. При відсутності тиску у циліндрі вихідний отвір під дією пружини 6 замкнено клапаном 3. Під час впорскування розплав скрізь канали у втулці 1 потрапляє у порожнину гайки 2 та натискає на клапан 3. Клапан переміщуючись вправо стискає скрізь планку 4 та фланець 5 пружину 6 та відкриває вхідний отвір у гайці 2. Після впорскування тиск у циліндрі зменшується, та пружина 6 повертає клапан 3 в зворотнє положення, запобігаючи витіканню розплаву з сопла.

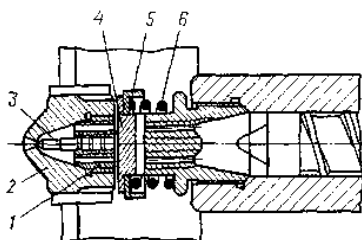


Рис. 10 – Сопло машини для лиття для переробки низьков'язких матеріалів.

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

У даній таблиці наведена характеристика яка несе в собі інформацію про апарат. За допомогою саме цих показників проводиться порівняння базового зразка з іншими та для наступного вибору обраного варіанту. Основні показники термопластавтомату наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика термопласт автомату 90x25

1. Продуктивність	$\frac{кг}{год}$	135-185
2. . Відношення діаметру черв'яка до його довжини	$мм$	1:25
3. Діаметр черв'яка		90
4. Частота обертання черв'яка	$об/хв$	10-100
5. Кількість зон обігріву циліндра	$шт$	9
6. Число заходів черв'яка		1
7. Привід: а.) електродвигун 4А315S4У3 число обертів потужність двигуна	$об./хв.$ $кВт$	1500 137
8. Габарити а.) висота б.) довжина в.) ширина	$мм$	1800 3680 1000
9. Маса	$кг$	4300

Після спрацювання датчику який відповідає за наповнення 50 сигнал потрапляє на пристрій відкриття розвантажувальної горловини ТПА 52 в якій під вагою воронки матеріал почне сипатися в розвантажувальний контейнер 60.

Дана модернізація дозволяє автоматично видаляти полімерні матеріал з бункеру самого термопластавтомату для заміни матеріалу. Дані пристрої встановлюються безпосередньо на кожен з двох живильників.

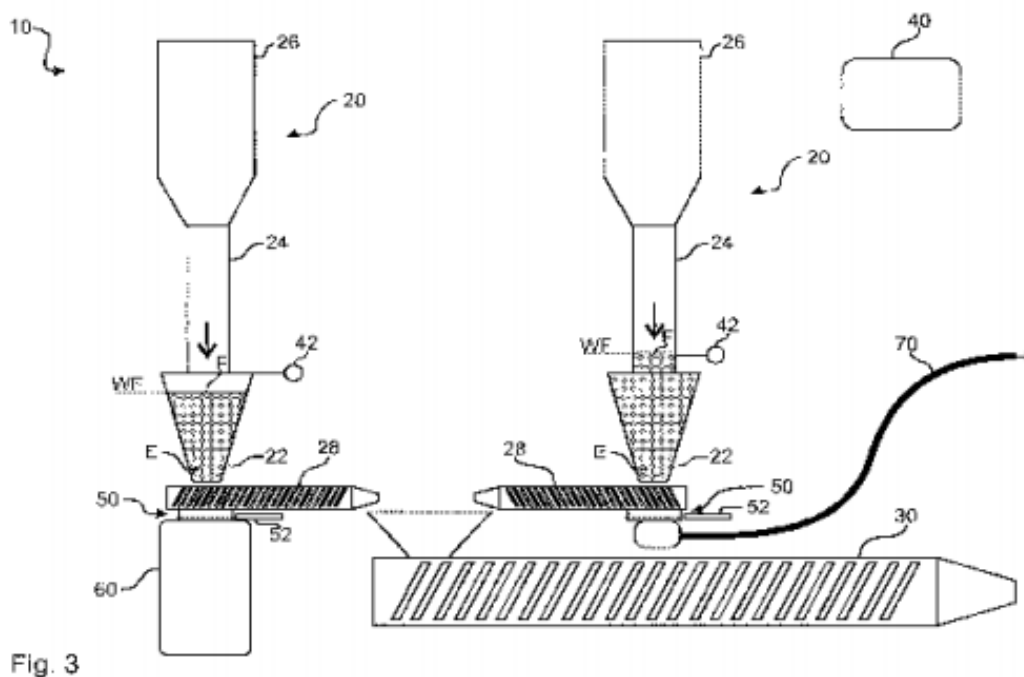


Рисунок 12 – Пристрій який дозволяє автоматично розвантажити бункер

Метою модернізації [13] являється підвищення самої продуктивності процесу безпосередньо підготовки розплаву та підвищення його якості.

Термопластавтомат має корпус і черв'як з приводом обертання і зонами дозування та завантаження. По зовнішній поверхні черв'яка має місце гвинтова нарізка яка являється основною, а у зоні завантаження матеріалу — додаткова. Основна та додаткова гвинтова нарізки виконані з утворенням безпосередньо основного та додаткових каналів які мають різні глибини і з утворенням ступені у місці виникнення стикування самих витків нарізок. Глибина головного каналу у самій зоні завантаження безпосередньо збільшується в напрямку до самої зони дозування, а глибина допоміжного вузла — зменшується в тому ж напрямку, що потрібно. Глибина головного каналу, а саме у місці стикування

витків нарізок зазвичай менше головної глибини усього додаткового каналу, а його довжина безпосередньо вибирається в основному в межах від $1/3$ до $1/2$ кроку основної нарізки. Пристрій працює слідуючим чином. Гранульований полімер потрапляє у корпусі і переміщуються по всім нарізкам у зоні завантаження безпосередньо напрямку зони дозування. Виходячі з цього, що глибина самого основного каналу безпосередньо збільшується у напрямку зони дозування, а глибина додаткового — зменшується в тому ж напрямку, таким чином матеріал видавлюється з найбільш глибокої ділянки, що безпосередньо створює додатковий тиск, забезпечує головну циркуляцію розплаву і підвищує якість виробу.

На Рис 16 зображено модель для підготовки та змішування в'язких розплавів пластикових матеріалів, загальний вигляд.

Пристрій для підготовки та змішування в'язких пластикових розплавів полімерних матеріалів містить корпус 1 і черв'як 2 з приводом його обертання, а) а саме дозування б). По внутрішній поверхні черв'яка 2 виконана оголовна гвинтова нарізка 3, а у зоні завантаження — допоміжна 4. Основна 3 і додаткова 4 нарізка виконані з створенням головного 5 і допоміжного 6 каналів з іншою глибиною і з утворенням ступені у місці головного стику витків нарізки 3 и 4. Глибина каналу 5 у зоні завантаження а) виконана збільшуючоюся у напрямку безпосередньо до зони дозування б), а глибина допоміжного каналу 6 — зменшуючоюся в тому ж напрямку. Глибина основного каналу 5 в місці стикування витків нарізок менша глибини допоміжного каналу 6, а його довжина безпосередньо вибирається в межах $1/3$ — $1/2$ кроку /г головної нарізки 3.

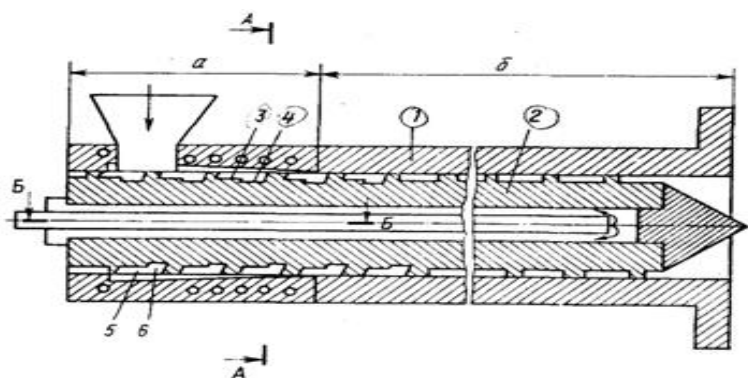


Рисунок. 13 – Приспооба для підготовки а саме змішування.

У роботі [14] ми розглядаємо черв'ячний екструдер, що містить порожнисте тіло, розміщене в його порожнині з можливістю обертання черв'яка, утворюючи з порожниною тіла робочий канал щонайменше з однією секцією з обертовими елементами, розміщеними між черв'яком і корпусом, які відрізняються тим, що кожна секція робочого каналу з обертовими елементами розташована в межах прорізу черв'яка, тоді як обертові елементи виконані поздовжніми з циліндричними торцевими ділянками, розміщеними в пазах хребтів сусідніх витків різання черв'яка.

Черв'ячний екструдер працює наступним чином. Матеріал, що підлягає обробці, подається в завантажувальний бункер порожнистого корпусу 1, де він захоплюється різанням черв'яка 2, а потім робочий канал 3 транспортується до кінцевої секції черв'яка 2. відбувається його інтенсивне перемішування, і також розпорошення компонентів обробленого матеріалу, що підвищує якість отриманої продукції. Ці обертові тіла 5 не тільки сприяють гомогенізації розплаву, але також фіксують черв'як 2 від прогину, а отже, і стійкість кільцевої форми робочого каналу на виході з торцевої частини черв'яка 2, що покращує якість та забезпечує товщину трубчастого виробу. Використання пропонованої корисної моделі підвищує ефективність черв'ячного екструдера та забезпечує високу якість одержуваної продукції.

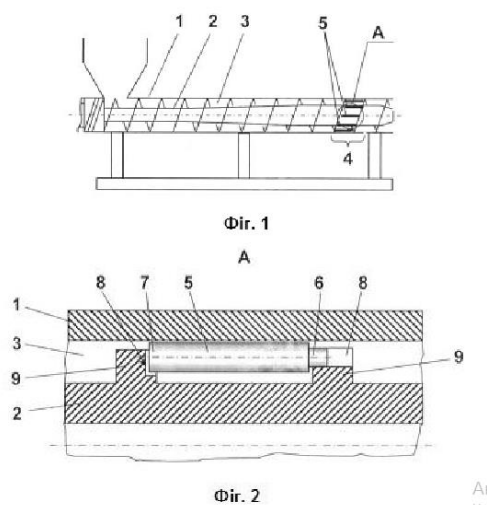


Рисунок 14 Термопластавтомат для перероблювання полімерних матеріалів

У роботі [15] було розглянуто двочерв'ячний екструдер, в якому пропонувалося подвоїти завантажувальну горловину, щоб запобігти застряганню матеріалу та кращому потраплянню матеріалу в черв'ячну частину.

Fig. 1

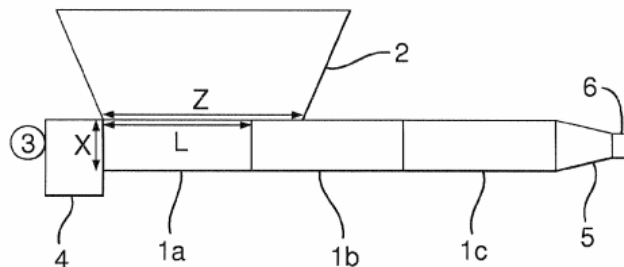


Fig. 2

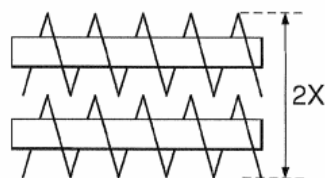


Рисунок 15 – Двочерв'ячний екструдер з подовженою завантажувальною горловиною.

Черв'як екструдера розглядався в [17].

Екструдер містить корпус 1, всередині якого знаходиться обертовий черв'як 2, а зверху встановленого завантажувального бункера 3. Корпус має радіальні отвори 4, куди вставляються ступінчасті штифти 5. Рух штифтів 5 у радіальному напрямку утримується в одному напрямку втулкою 6 з конічною внутрішньою поверхнею 7 і різьбленням 8, а в іншому напрямку - пружиною 9. Для фіксації втулки 6 в осьовому напрямку передбачена гайка 10. На гребенях черв'ячні канавки 11 робили в круговому напрямку під радіальними отворами 4. Глибина канавок L визначається висотою хребтів h відношенням $\Delta = 0,2-0,4h$.

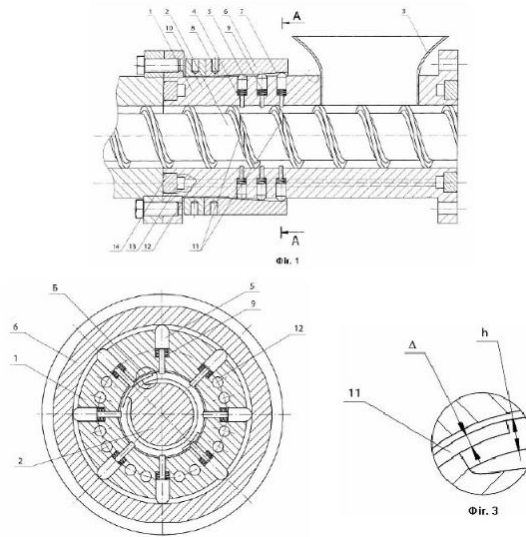


Рисунок 16 – Черв'ячний термопластавтомат.

3.2 Мета роботи

В останні роки вимоги до якості продукції значно підвищилися так як від виробників потребується якісна продукція яка може слугувати на більш довгий термін. Більшість вимог які постають перед виготовленням пластикових деталей можуть виконувати звичайні термопласт-автомати і головною зручністю їх є компонування з можливістю виробництва на одному пристрою великого спектру виробів.

До основних недоліків можна віднести:

- знос при роботі поверхні запираючого механізму машини: погіршується якість виготовлених деталей, поява облою;
- не рівномірність падаючого розплаву полімеру в прес форму ;
- можливість виведення з ладу механізму запирання через зношення деталей.

Для усунення наведених недоліків конструкції машини, досягнення збільшення продуктивності та підвищення якості виробництва необхідна модернізація запираючого механізму для виробництва полімерних виробів, тобто модернізація конструкції запираючого механізму на основі наступних технічних рішень:

Модернізація запираючого механізму термoplast-автомата з використанням не стандартного типу самого запираючого механізму наслідком чого буде:

- підвищення якості вихідної продукції;
- підвищення надійності та довговічності машини, тобто підвищується термін роботи машини без поломок;
- зменшення браку в виробництві, що мав місце в результаті утворення облою на готових виробах;
- зменшення металоємності та маси конструкції.

Модернізація механізму дозування полімерних гранул полягає в тому, що кінематично з'єднана з черв'яком заслонка закриває подачу матеріалу в момент набрання достатньої кількості матеріалу для процесу впорскування . Це дозволяє отримувати екструзійні полімерні вироби без наявності дефектів, а отже зменшить кількість бракованої продукції

- підвищення якості вихідного матеріалу
- підвищення термінів експлуатації машини
- покращує пластифікацію матеріалу

4 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ МОДЕРНІЗАЦІЇ

На основі розглянутих вище патентів можна зробити висновок, що найбільш актуальним питанням вдосконалення термопластавтоматів є саме модернізація головних механізмів і вузлів машини, які будуть надавати нові можливості машині та покращувати якість вихідного виробу. Запропоновані рішення розширюють технологічні можливості термопластавтомата та якість одержуваної продукції, але кожне із них має свої недоліки.

Тому прийнявши до уваги результати літературно-патентних досліджень в основу модернізації магістерської дисертації покладено задачу вдосконалення запираючого механізму термопластавтомата заміною на новий та удосконалення дозуючого пристрою подання матеріалу до черв'яка.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити запираючий механізм запирання напівформи термопластавтомату заміною повністю усієї конструкції запираючого механізму, що дасть можливість відмовитися від використання гідроциліндру високого тиску і зменшення металоємності самої конструкції, що значно відобразиться на якості вихідного продукту і обслуговуванні термопластавтомату. Таким чином ми отримуємо принципово нову спрощену схему запирання напівформи.

При спрощення конструкції підвищується надійність замикання напівформ під час формування виробів, підвищується стабільність роботи литтєвий машини в цілому. Даний механізм замикання напівформ литтєвий машини містить одноплечі важелі, встановлені на нерухомій плиті, кінематично пов'язані з приводом. Одноплечі важелі з'єднані з двоплечими, другим плечем пов'язаними за допомогою проміжних ланок з приводом, при цьому двоплече важелі дзеркально встановлені в опорах на рухомій плиті, причому з віссю обертання в кожній, що лежить в одній площині з віссю обертання відповідного одноплечі важеля, в положенні замкнених полуформ розташованої між його осями. Крім того, зважаючи на відсутність одноплічних важелів перед напівформами поліпшені і умови їх експлуатаційно-технічного обслуговування.

Забезпечуючи переміщення рухомої плити і її механічне замикання в робочому положенні полуформ, при вільному доступі в зону їх експлуатаційно-технічного обслуговування - відсутність важелів, даний механізм вимагає спеціальної консолі на станині з протилежного нерухомою плиті стороні, що є причиною збільшених габаритів і металоємності машини в цілому .

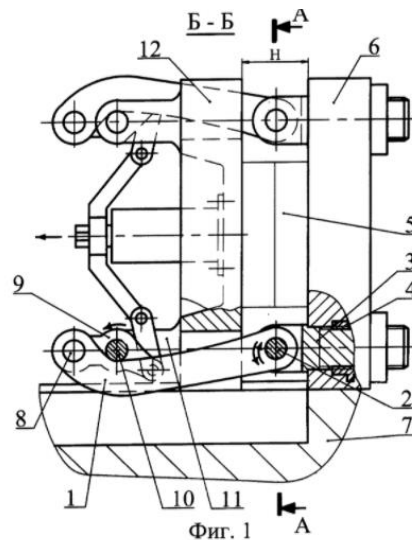


Рисунок 17 – Механізм запирання напівформи термопласт-автомата

Механізм замикання напівформи литтєвий машини, наприклад термопластавтомата, містить одноплечі важелі 1 (Рис. 17), осями 2 з'єднані з гвинтовими опорами 3 механізмів 4 установки необхідної висоти полуформ 5. Механізми 4 установки висоти полуформ 5 вмонтовані в нерухому плиту 6, розташовану на станині 7 . одноплечі важелі 1 з'єднані осями 8 з двоплечими важелями 9, дзеркально розташованими на осях 10 в опорах 11 рухомий плити 12 і другими плечима 13 пов'язаними з проміжними ланками 14, шарнірно з'єднаними з важелями 15, жорстко змонтованими на штоку 16 гідроциліндра 17, встановленого на рухомий плиті 12. Осі 10 в опорах 11 знаходяться в одній площині з осями 2 відповідних одноплічних важелів 1.

Як видно з опису, введення двоплечих важелів, одним плечем з'єднаних з одноплечі, розташованими на нерухомій плиті, а другим зв'язаних за допомогою проміжних ланок з приводом, і їх дзеркальна установка в опорах на рухомий плиті, причому з віссю обертання в кожній, що лежить в одній площині з віссю обертання відповідного одноплечі важеля, в положенні

замкнених полуформ розташованої між його осями, дозволяє при спрощення конструкції значно збільшити її жорсткість, а значить, підвищити надійність замикаання полуформ литтєвий машини, тобто підвищити стабільність її роботи в цілому. Крім того, зважаючи на відсутність одноплічних важелів перед напівформах, поліпшені і умови їх експлуатаційно-технічного обслуговування.

Для збільшення якості вихідного продукту встановлюємо на ТПА заслонку регулювання подачі матеріалу в камеру червячного екструдера, таким чином ми отримуємо більш якісний продукт при впорскуванні матеріалу у форму.

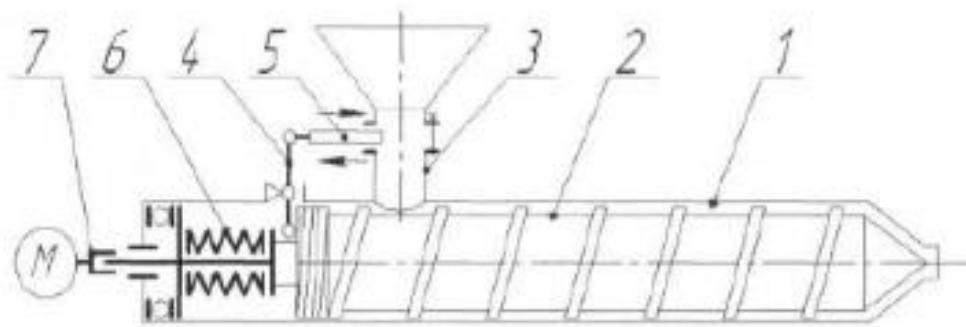


Рисунок 18 – Черв'ячний прес з регульованою заслінкою.

Термопластичний автомат має: корпус 1, що становить основу всіх конструкцій, основний робочий орган черв'як 2 і завантажувальну горловину 3. Важливий механізм 4 закріплений на поверхні корпусу 1 і з'єднаний із затвором 5, який може рухатися вперед і назад уздовж осі, змінюючи перетин каналу. На черв'яку 2 в районі опорного підшипника встановлена пружина 6 для повернення черв'яка у вихідне положення. Вал двигуна і черв'як з'єднані з'єднанням 7 з можливістю передачі крутного моменту черв'яку при його восьми рухах, таких як шліцева.

Черв'ячний екструдер для обробки полімерних матеріалів, що містить завантажувальну горловину, обладнану клапаном для регулювання подачі переробленого матеріалу, корпус всередині якого розташований з можливістю переміщення щодо поздовжньої осі черв'яка, встановленого в опорному підшипнику, що характеризується що черв'як кінематично з'єднаний з клапаном

важільним механізмом, а важільний механізм має точку опори, що регулюється по довжині.

5. РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

5.1 Параметричні розрахунки

5.1.1 Розрахунок геометрії черв'яка

Черв'як є основним вузлом термопластавтомату і призначений для переміщення полімерного матеріалу від завантажувальної лінії до формувальної головки, а також для місцевого розташування та прошивання матеріалу у форму.

Діаметр черв'яка є головним параметром, що може характеризувати продуктивність даної машини.

У лінії представлений в даній магістерській дисертації використовується термопластавтомат з черв'яком, зовнішній діаметр якого становить $D=90\text{мм}$ ГОСТ 114441 – 90, відношення довжини робочої частини до його діаметра, для плавлення пластифікованого ПЕНГ приймаємо 25D.

Інші параметри даного черв'яка вибирається залежно від матеріалу, що обробляється. У цьому випадку вторинним матеріалом є пластиковий поліетилен низької щільності, основні параметри хробака розраховуються на основі залежностей, представлених нижче. Схема хробака представлена на.

Вихідні дані: діаметр черв'яка $D=90\text{ мм}$, загальна довжина черв'яка $25D$, крок нарізки черв'яка $t=90\text{ мм}$, матеріал що перероблюється – поліетилен низької густини.

Проводимо розрахунок геометрії черв'яка згідно з даних значень [2] :

Довжина гвинтової частини нарізки черв'яка:

$$l_{\Gamma} = D \cdot (l_p / D) = 90 \cdot 25 = 2250 \text{ мм.} \quad (2.1)$$

Довжина шліців черв'яка:

$$l_{\text{шл}} = 1,25 \dots 1,5D = 1,3 \cdot 90 = 117 \text{ мм.} \quad (2.2)$$

Довжина зони підшипника ковзання:

$$l_{\text{під}} = 1 \dots 2D = 1,5 \cdot 90 = 135 \text{ мм.} \quad (2.3)$$

Довжина нарізної відбійної частини черв'яка:

$$l_{\text{н}} = 1.2 \cdot D = 1,2 \cdot 90 = 108 \text{ мм.} \quad (2.4)$$

Довжина хвостовика:

$$l_{\text{хв}} = l_{\text{н}} + l_{\text{під}} + l_{\text{шл}} = 108 + 135 + 117 = 360 \text{ мм.} \quad (2.5)$$

Загальна довжина розраховуваного черв'яка:

$$l_{\text{заг}} = l_{\text{хв}} + l_{\Gamma} = 2250 + 360 = 2610 \text{ мм.} \quad (2.6)$$

Довжина зони дозування матеріалу:

$$l_{\text{д}} = 0,4 \dots 0,6 l_{\text{р}} = 0,48 \cdot 2250 = 1080 \text{ мм.} \quad (2.7)$$

Довжина зони завантаження полімеру:

$$l_{\text{з}} = 0,25 \dots 0,35 l_{\text{р}} = 0,25 \cdot 2250 = 562,5 \text{ мм.} \quad (2.8)$$

Довжина зони пластикації полімеру $l_{\text{п}} > 0,2 l_{\text{р}}$:

$$l_{\text{п}} = l_{\text{р}} - l_{\text{д}} - l_{\text{з}} = 2250 - 1080 - 562,5 = 607,5 \text{ мм.} \quad (2.9)$$

$607,5 > 0,2 \cdot 2250 = 450 \text{ мм.}$ —таким чинм ми побачили що умова виконується

Крок нарізки витків черв'яка t (в середньому $t = D$):

$$t = 0,8 \div 1,2 D = 1 \cdot 90 = 90 \text{ мм.} \quad (2.10)$$

Ширина витка:

$$e = 0,08 \div 0,12 D = 0,08 \cdot 90 = 7,2 \text{ мм.} \quad (2.11)$$

Глибина нарізки в зоні завантаження матеріалу:

$$h_1 = 0,1 \div 0,14 D = 0,10 \cdot 90 = 9 \text{ мм.} \quad (2.12)$$

Діаметр сердечника в зоні завантаження d_1 :

$$d_1 = D - 2 h_1 = 90 - 2 \cdot 9 = 72 \text{ мм.} \quad (2.13)$$

14. Розраховуємо глибину нарізки в зоні дозування h_2 :

$$\begin{aligned} h_2 &= 0,5 \cdot \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot h_1}{i} (D - h_1)} \right] = 0,5 \cdot \left[90 - \sqrt{90^2 - \frac{4 \cdot 9}{2,5} (90 - 9)} \right] \\ &= 3 \text{ мм,} \end{aligned} \quad (2.14)$$

де i – коефіцієнт стиснення, звичайно рівний 2 - 3 для різних матеріалів.
приймаємо $i=2,5$.

Діаметр сердечника в зоні дозування:

$$d_2 = D - 2 h_2 = 90 - 2 \cdot 3 = 84 \text{ мм.} \quad (2.15)$$

Зазор між гребенем черв'яка та внутрішньою поверхнею гільзи δ

$$0,1 \text{ мм} < \delta < 0,3 \text{ мм}$$

$$\delta = 0,002 \div 0,003 D = 0,0025 \cdot 90 = 0,225 \text{ мм.} \quad (2.16)$$

5.1.2 Розрахунок потужності приводу машини

Потужність, яку споживає черв'ячна машина для обробки пластмас, використовується для переміщення матеріалу в гвинтовому каналі черв'яка і для розрізання матеріалу в зазорі між гребінцем і внутрішньою стінкою циліндра або вкладиша.

I. В каналі гвинтової нарізки черв'яка.

$$N_1 = \frac{10^{-13} \pi^3 (t - e) \cdot L \cdot j \cdot \mu_k \cdot n^2}{36t} + \frac{10^{-5} \cdot \alpha \cdot \Delta P \cdot n}{6} \quad (2.17)$$

n – швидкість обертання, об/хв

α – постійна прямого потоку, см^3

μ_k – в'язкість матеріалу

j – коефіцієнт, обчислюється за формулою

$$j = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4t^2}{\pi^2} + \frac{\pi^2 \cdot D^5}{t^2 + \pi^2 \cdot D^2} = \frac{\pi^2 \cdot 90^2 - 4 \cdot 90^2}{\pi^2} + \frac{\pi^2 \cdot 90^5}{90^2 + \pi^2 \cdot 90^2}$$
$$= 665685 \quad (2.18)$$

Знайдемо значення γ_k швидкість зсуву в каналі термопластавтомата:

$$\gamma_k = \frac{\pi^2 D^2 n}{h_2 \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + 2t^2}} = \frac{\pi^2 \cdot 90^2 \cdot 80/60}{3 \sqrt{\pi^2 \cdot 90^2 + 2 \cdot 90^2}} = 86,25 \text{ c}^{-1} \quad (2.19)$$

По графіку залежності $\mu = f(\gamma)$ [12] знаходимо ефективну в'язкість полімеру в каналі:

$$\mu_k = 12 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot \text{c}^{-1}.$$

Тоді потужність в каналі чев'яка:

$$N_1 = \frac{10^{-13} \pi^3 (90 - 7,2) \cdot 1080 \cdot 666684 \cdot 12 \cdot 10^4 \cdot 80^2}{36 \cdot 90} + \frac{10^{-5} \cdot 30,95 \cdot 11 \cdot 10^3 \cdot 60}{6} = 43,7 \text{ кВт.} \quad (2.20)$$

В зазорі між гребнем черв'яка і корпусом термопластавтомата.

$$N_2 = \frac{10^{-13} \pi^3 e L D^3 \mu_k n^2}{36 t \sigma}. \quad (2.21)$$

Знайдемо значення швидкості зсуву:

$$\gamma_3 = \frac{\pi D n}{\sigma} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 80/60}{0,225} = 1675 \text{ c}^{-1}. \quad (2.22)$$

По графіку залежності $\mu = f(\gamma)$ знаходимо ефективну в'язкість полімеру в каналі:

$$\mu_3 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot \text{c}^{-1}.$$

Потужність в зазорі:

$$N_2 = \frac{10^{-13} \pi^3 \cdot 7,2 \cdot 1080 \cdot 90^3 \cdot 1,2 \cdot 10^4 \cdot 80^2}{36 \cdot 90 \cdot 0,225} = 1,85 \text{ кВт} \quad (2.23)$$

Загальна потужність яка споживається в зоні дозування дорівнює:

$$N_{\text{д}} = N_1 + N_2 = 43,7 + 1,85 = 45,45 \text{ кВа} \quad (2.24)$$

Потужність спожита на всій довжині черв'яка:

$$N_{\text{ч}} = 2N_{\text{д}} = 2 \cdot 45,45 = 90,90 \text{ кВа} \quad (2.25)$$

Враховуючи КПД машини ($\eta = 0,65 \dots 0,75$), то потужність дорівнює:

$$N_{\text{д}} = \frac{N}{\eta} = \frac{90,90}{0,85} = 107 \text{ кВа} \quad (2.26)$$

По проведенням розрахунків ми вибираємо асинхронний двигун так як він найбільш підходить, а саме тип 4А280S4У3 по ГОСТ 19523-74 потужністю якого становить $N=110$ кВт; з синхронною частотою обертання – 1500 об/хв; габаритні розміри якого 1320х660х535.

5.1.3 Розрахунок черв'яка на стиск

Метою розрахунку є визначення працездатності черв'яка.

На черв'як діють такі силові фактори:

- осьове зусилля $P_{\text{ос}}$;
- рівномірно розподілене навантаження від власної ваги q ;
- обертальний момент $M_{\text{об}}$.

Схема навантаження черв'яка та епюри напружень зображені на рис.3.1

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{9550N}{n} = \frac{9550 \cdot 90}{80} = 10,7 \cdot 10^3 \text{ Нм} \quad (1.1)$$

де $N=90$ –потужність, яка споживається черв'яком, кВт, $n=80$ - швидкість обертання черв'яка, об/хв.

Осьове зусилля:

$$P_{oc} = \frac{2M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 10,7 \cdot 10^3}{0,09} = 238 \text{ кН} \quad (1.2)$$

де $D=0,09$ - зовнішній діаметр черв'яка, м.

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 54}{2,250} = 235 \text{ кН} \quad (1.3)$$

де G – маса черв'яка, кг, $l_p=2,250$ - довжина робочої частини черв'яка, м.

$$M_{max} = 0,5ql_p^2 = 0,5 \cdot 235 \cdot 2,25^2 = 595 \text{ кН}. \quad (1.4)$$

W_x - осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3(1 - a^4)}{32} = \frac{\pi \cdot 0,072^3(1 - 0,29^4)}{32} = 3,6 \cdot 10^{-5}. \quad (1.5)$$

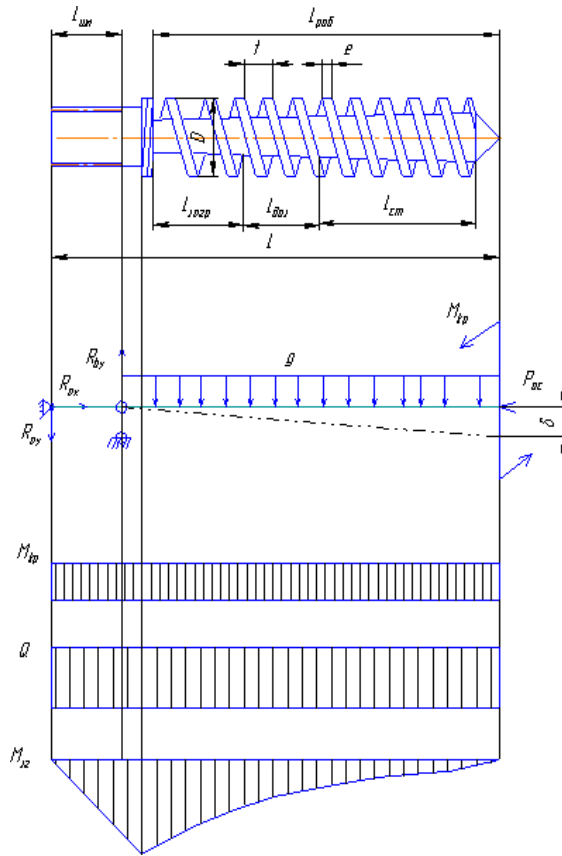


Рис. 15 – Розрахункова схема червяка та епюри напружень.

Стисне напруження:

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} \frac{53,1 \cdot 10^3}{3,7 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{595}{3,6 \cdot 10^{-5}} \quad (1.6)$$

де F - площа небезпечного перерізу (під завантажувальною воронкою в місці початку нарізки, де найбільші навантаження і найменша площина, без урахування площі перерізу витків):

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - a^2) = \frac{3,14 \cdot 0,072^2}{4} (1 - 0,29^2) = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2, \quad (1.7)$$

$$a = \frac{d_0}{d_1} = \frac{0,02}{0,072} = 0,29, \quad (1.8)$$

де d_0 – діаметр осердя в зоні завантаження.

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{10,7 \cdot 10^3}{9,3 \cdot 10^{-5}} = 115 \text{ МПа}, \quad (1.10)$$

де W_p – полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3 (1 - a^2)}{16} = \frac{3.14 \cdot 0.072^3 \cdot (1 - 0.29^2)}{16} = 9.3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3, \quad (1.11)$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{ст} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{120^2 + 4 \cdot 115^2} = 260 \text{ МПа}. \quad (1.12)$$

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

$$n = \frac{\sigma_t}{\sigma_{екв}} \geq [n]. \quad (1.13)$$

Матеріал червяка сталь 38Х2МЮА для якої $\sigma_t=880$ МПа.

Значення допустимого коефіцієнта запасу зазвичай 1,6...2 []

$$n = \frac{880}{260} = 3,38 \in [1,6; 2]. \quad (1.14)$$

Умова міцності черв'яка виконується.

5.1.4 Розрахунок черв'яка на кручення

Перевіряємо найбільш слабкий переріз на кручення:

$$N_t = \frac{\tau_1}{\tau_p \left(\frac{k_t}{\beta \cdot \varepsilon_t} + \zeta_t \right)} = \frac{252 \cdot 10^6}{42,2 \cdot 10^6 \left(\frac{1,9}{0,9 \cdot 0,59} + 0,05 \right)} = 1,6, \quad (1.16)$$

де $\tau_1=252 \cdot 10^6$ – межа втоми при крученні для сталі 38Х2МЮА, Па, $\beta=0,9$ – коефіцієнт стану поверхні, $K_t = 1,9$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень, $\varepsilon_t = 0,59$ – коефіцієнт, що враховує вплив змінної складової напруження, $\zeta = 0,05$ – коефіцієнт, що враховує вплив постійної складової напруження. Розрахункове напруження кручення:

$$\tau_p = \frac{M_{кр}}{2 \cdot W_{ro}} = \frac{4,3 \cdot 10^3}{2 \cdot 5,1 \cdot 10^{-5}} = 42,2 \text{ МПа}, \quad (1.16)$$

де W_{ro} – полярний момент опору крученню перерізу черв'яка з врахуванням жорсткості витків.

$$W_{ro} = 2 \cdot \frac{I}{R} = 2 \cdot \frac{9,278 \cdot 10^{-7}}{0,036} = 5,1 \cdot 10^{-5}, \quad (1.17)$$

де $I=9,278 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$ – полярний момент інерції перетину черв'яка, $R=0,036$ – радіус сердечника черв'яка.

Підставивши всі значення в формулу, отримуємо запас міцності 1.6, що задовольняє умови.

5.1.5 Розрахунок черв'яка на жорсткість

Важливим є забезпечення умов жорсткості – максимальний прогин черв'яка повинен бути меншим конструкційного зазору δk_{max} .

Вихідні дані: матеріал черв'яка сталь 38Х2МЮА, діаметр черв'яка $d=90$ мм, зазор між корпусом і черв'яком $\delta = 0,3$ мм, E – модуль пружності

$E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $I=9,278 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$ – полярний момент інерції перетину черв'яка;

$$P_{oc} = 48 \text{ кН.}$$

Максимальний прогин дорівнює :

$$\delta = \frac{1}{EI} \left[\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cdot \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k \cdot l_p) \right], \quad (1.18)$$

де

$$k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{EI}} = \sqrt{\frac{48000}{2 \cdot 10^5 \cdot 9,278 \cdot 10^{-7}}} = 0,58, \quad (1.19)$$

$$A = \frac{q \left[l_p - \frac{1}{k} \sin(k \cdot l_p) \right]}{k \cdot \cos(k \cdot l_p)} = \frac{2,35 \cdot \left[2,25 - \frac{1}{0,58} \cdot \sin(0,58 \cdot 2,25) \right]}{0,58 \cdot \cos(0,58 \cdot 2,25)} = 9,25. \quad (1.20)$$

Максимальний прогин в мережах допустимого:

$$\delta = \frac{1}{9,278 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{11}} \left[\frac{2,35}{0,58^2} \left(\frac{1}{0,58^2} + \frac{2,25}{2} \right) - \frac{1}{0,58} \left(\frac{2,35}{0,58^2} + 9,25 \cdot 2,25 \right) \cdot \cos(0,58 \cdot 2,25) - \frac{1}{0,58} \left(\frac{2,35 \cdot 2,25}{0,58} - 9,25 \right) \cdot \sin(0,58 \cdot 2,25) \right] \max. \quad (1.21)$$

5.1.6 Розрахунок черв'яка на витривалість

Оскільки черв'як у нас витримує загальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, таким чином доцільна його перевірка на витривалість.

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{(k_{\sigma})_d \sigma_a + \psi_{\sigma} \sigma_c} = \frac{340}{1,4 \cdot 0,3} = 805, \quad (1.21)$$

де n_{σ} – коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження; σ_{-1} – допустиме напруження під час циклічного навантаження (беруть $\sigma_{-1}=0,4 \sigma_B$; σ_a – амплітуда змінювання напружень, у такому випадку вони змінюються від плюс σ_{max} до мінус σ_{max} ; σ_{max} – найбільше напруження діє від згинального моменту; $\sigma_{max} = M_{max}/W_x$; σ_c – середнє напруження циклу, $\sigma_c=0$, оскільки цикл симетричний; ψ_{σ} – коефіцієнт, що залежить від виду матеріалу, для сталей з $\sigma_B=1200...1400$ МПа $\psi_{\sigma}=0,25$; $(k_{\sigma})_d$ ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти із формули:

$$(k_{\sigma})_d = \frac{k_{\sigma}}{(\beta_{\varepsilon})} = \frac{2}{(1 \cdot 0,3)} = 6,6, \quad (1.22)$$

де k_{σ} – коефіцієнт концентрації напружень, для цього випадку $k_{\sigma}=1,9...2$;

β – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі; для полірованої поверхні черв'яка $\beta=1$;

ε – коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі, $\varepsilon=0,3$ для деталей з легованих сталей за наявності концентрації напружень.

Таким чином запас витривалості черв'яка є достатнім.

5.2 Тепловий розрахунки

Мета розрахунку: визначити кількість тепла, яку необхідно підвести електронагрівачами.

Вихідні дані:

Потужність, встановлена електродвигуном, N , кВт	110;
Продуктивність по ПНГ, G_m , кг/год	180;
Початкова температура матеріалу, $T_{п}$, К,	293;
Кінцева температура матеріалу, T , К	498;

Температура поверхні кожуха, $T_{\text{кож}}$, К	318;
Температура повітря, $T_{\text{п}}$, К	293;
Діаметр теплообмінної поверхні, D_n , м	0,9;
Довжина теплообмінної поверхні, L , м	2.3;
ККД приводу преса, η_1	0,75;
ККД електродвигуна, η_2	0,9;
ККД перетворення механічної енергії в теплову, η_3	0,78;
Коефіцієнт теплоємності ПНГ, C кДж/(кг·К)	2;
Ступінь чорноти матеріалу кожуха, E	0.6;

Тепловий баланс преса:

$$Q_N + Q_{Q_1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_{\text{кож}} - T_1) + Q_{\text{втр}} + Q_{\text{ох}}, \quad (3.1)$$

де Q_N – кількість тепла, яке виділяється при використанні потужності:

$$Q_N = N \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 110 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,78 = 57,9 \text{ кВт}. \quad (3.2)$$

$Q_{\text{втр}}$ – втрати тепла в оточуюче середовище:

$$Q_{\text{втр}} = Q_k + Q_{\text{випр}}, \quad (3.3)$$

де Q_k – втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_k = \alpha_k F (T_{\text{кож}} - T_{\text{в}}), \quad (3.4)$$

де F – теплообмінна поверхня екструдера:

$$F = \Pi \cdot D_{\Pi} \cdot L = 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,3 = 6,5 \text{ м}^2, \quad (3.5)$$

де α_k – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, визначений за формулою:

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda_m}{D_{\Pi}}, \quad (3.6)$$

де Nu – критерій Нуссельта, λ_m – коефіцієнт теплопровідності при середній температурі.

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

$$Nu = C \cdot (Cr \cdot Pr)_m^n, \quad (3.7)$$

де Cr – критерій Грасгофа, визначений за формулою:

$$Gr = \frac{\beta \cdot B^3 \cdot g \cdot \Delta T}{\nu_m^2}. \quad (3.8)$$

Розрахункова температура:

$$T_p = \frac{T_{\text{кож}} + T_{\Pi}}{2} = \frac{318 + 293}{2} = 305,5 \text{ К} = 32,5 \text{ }^{\circ}\text{C}. \quad (3.8)$$

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критеріїв подібності при розрахунковій температурі: $\lambda_m = 0,43 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ – коефіцієнт теплопровідності, $\nu_m = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ – коефіцієнт кінематичної в'язкості, $Pr = 0,7$ – критерій Прандтля.

Знаходимо критерій Грасгофа:

$$Gr = \frac{\beta \cdot B^3 \cdot g \cdot \Delta T}{\mu^2} = \frac{1}{273 + 32,5} \cdot \frac{0,66^3 \cdot 9,81 \cdot 10^{12}}{12,5^2} (45 - 20) \\ = 148 \cdot 10^6. \quad (3.9)$$

Добуток $Gr \cdot Pr$:

$$Gr \cdot Pr = (148 \cdot 10^6 \cdot 0,7) = 103 \cdot 10^6. \quad (3.10)$$

Знаходимо критерій Нуссельта:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)_m^n = 0,5 \cdot (103 \cdot 10^6)^{0,25} = 50,4. \quad (3.11)$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, визначається за формулою:

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda_m}{D_{\Pi}} = \frac{50,4 \cdot 0,43}{0,9} = \frac{24 \text{ Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (3.12)$$

Втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією за формулою:

$$Q_k = \alpha_k F (T_{\text{кож}} - T_{\text{в}}) = 24 \cdot 6,5 (318 - 293) = 3900 \text{ Вт}. \quad (3.13)$$

Втрати тепла в оточуюче середовище випромінюванням:

$$Q_{\text{випр}} = 5,67 E F \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) = 5,67 \cdot 0,6 \cdot 6,5 \left(\left(\frac{318}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right) = \\ 632 \text{ Вт}, \quad (3.14)$$

де T_1 – абсолютна температура кожуха, °С, T_2 – абсолютна температура оточуючого середовища, °С.

$$Q_{\text{втр}} = Q_k + Q_{\text{випр}} = 3900 + 632 = 4532 \text{ Вт.} \quad (3.15)$$

Кількість тепла, яка йде на охолодження черв'яка:

$$Q_{\text{ох}} = C_v \cdot G_v \cdot \Delta t = 4200 \cdot 1.6 \cdot 10 = 67200 \text{ Вт,} \quad (3.16)$$

де $C_v = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ – теплоємність води, $\Delta t = 10\text{--}15 \text{ }^\circ\text{C}$ – перепад температури води на вході і виході із зони охолодження, $G_v = f \cdot w \cdot p$ – кількість протікаючої води, $p = 1000 \text{ кг/м}^3$ – густина води, $w = (0,4 - 0,8) \text{ м/с}$ – швидкість течії води, f – площа пересічення підходящих трубок.

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2. \quad (3.17)$$

$$G_v = f \cdot w \cdot p = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 1000 = 1,6 \text{ кг/с.} \quad (3.18)$$

Кількість тепла, яке підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$\begin{aligned} Q_{Q_1} &= G_m C_m (T_{\text{кож}} - T_v) + Q_{\text{втр}} + Q_{\text{ох}} - Q_N = 180 \cdot 2(498 - 293) + \\ &4532 + 67200 - 57900 = 73800 \text{ кДж/год} - 264152 \text{ Вт} = 20500 + 13883 = \\ &34,3 \text{ кВт} \end{aligned} \quad (3.18)$$

Таким чином, для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 9 індукційних нагрівача потужністю 4 кВт.

6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Закон про охорону праці в Україні був прийнятий 15 жовтня 1992 року.

Цей законодавчий акт поширюється на підприємства усіх форм власності і всіх працюючих громадян країни.

Закон України про охорону праці встановлює пріоритет життя і здоров'я працюючих, комплексне рішення програми праці, соціальний захист робітників, що постраждали в результаті нещасного випадку.

Законом установлюються нормативні документи, вимоги яких відповідають або вище міжнародних норм і правил.

Поліпшення умов праці, підвищення його безпеки впливають на результати виробництва, на продуктивність праці, якість і собівартість продукції що випускається.

Тема дипломного проекту: Термопласт автомат з модернізацією дозуючого пристрою.

6.1 Характеристика виробничих шкідливостей і небезпек.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами є: параметри повітря робочої зони (виділення в повітря шкідливих речовин, що утворюються в процесі роботи);

виробничий шум, що утворюється електродвигунами, вентиляторами;

вплив деталей машин що рухаються й обертаються (деталей електродвигунів, редукторів, черв'яків, ланцюгів);

враження електричним струмом (електромережа живлення установки);

вплив високих температур при нагріванні екструдера, головки;

можливість виникнення пожеж; виробниче освітлення; наявність трубопроводів і посудин під тиском;

наявність елементів устаткування, нагрітих до високих температур;

6.2 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів проектованої установки і заходи їх усунення.

6.2.1 Повітря робочої зони.

Робота оператора на установці - важка фізична робота, тому що лінія працює в умовах шуму, теплових виділень. Робота проводиться в 3 зміни, цілодобово, у будь-який час року.

Енерговитрати за таких умов праці складають більш 300Дж/сек. У зв'язку з цим передбачена можливість відпочинку персоналу.

Оптимальні і фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні приведені в таблиці 4.1, а виділення шкідливих речовин у робочу зону в таблиці 4.2.

Параметри повітря робочої зони і видалення шкідливих речовин полімерів, що виділяються при переробці, і їхня нейтралізація повинні забезпечуватися виробником за допомогою відповідних пристроїв і коштів, що передбачаються при проектуванні виробничих приміщень.

При цьому ефективність пристроїв така, щоб масова концентрація шкідливих речовин і запиленість повітря в зоні обслуговування не перевищувала санітарних норм, установлених ГОСТ 12.1.005-88 і СНиП 2 04.05-84.

Таблиця 4.1 – Оптимальні і фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні

Сезон року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Допустима	Фактична	Допустима	Фактична	Допустима	Фактична
Холодний та перехідний періоди року	середньої важкості	20-24	21-24	75	65	0,2	0.1-0.12
Теплий період року	середньої важкості	21-28	26-30	60	55	0.1-0.3	0.15-0.2

Таблиця 4.2 – Виділення шкідливих речовин у робочу зону

Речовина	Концентрація	
	Допустима, мг/м ³	Фактична, мг/м ³
Етилен	10	8
СО	20	16
СО ₂	0.03	0.01-0.02
PbO и CoO	0.01	0.005-0.009
формальдегіди	5	3

У зв'язку з виділенням тепла в області робочої зони забезпечення параметрів як у теплий так і в холодний час року забезпечується вентиляція повітря в приміщенні.

У якості загальнообмінної вентиляції застосовується механічна приточно-вытяжна вентиляція. У цій системі повітря подається в помешкання приточною вентиляцією а віддається витяжною, працюючими одночасно. Притока повітря провадиться в робочу зону, а витяжка - із верхньої зони помешкання ділянки.

6.2.2 Небезпека впливу елементів устаткування, нагрітих до високих температур.

Небезпечними елементами в ТПА є: поверхні корпуса преса, - температура якого може досягати 250°C.

Причинами травм можуть бути дотики людей до нагрітих поверхонь. В запобіганні травм нагріті елементи ТПА закриваються спеціальними кожухами і маркируються попереджувальними знаками про наявність високої температури. Попереджувачі знаки ставляться на поверхнях, температура яких перевищує 45°C що відповідає СН 245-71.

Інтенсивність випромінювання становить 350 Вт/м²; фактичні температури на поверхні становлять 200°C

6.2.3 Виробничий шум.

Основними джерелами шуму є електродвигуни, редуктори, ланцюгові передачі.

Рівень звукового тиску в октавних смугах частот, рівень звука й еквівалентні рівні звука для постійних робочих місць при працюючому ТПА не повинні перевищувати дозволених норм, установлених по ГОСТ12.1.003-83. Еквівалентний рівень звука 80 дБА на робочих місцях забезпечує зберігання слуху 97% тим що працюють при такому рівні шуму протягом 10 років, і 94% слуху протягом 20 років (ДСН№3.3.6.037-99).

Рівень шуму на робочому місці лежить у припустимих межах, тому що рівень шуму утворюваний вентиляторами й електроустаткуванням складає 75дБ.

Таблиця 4.3 – Припустимі і фактичні рівні звука.

Найменування звукових характеристик	Середньоггеометричні частоти в октавних смугах, Гц.							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рівень звукового тиску, дБ	94	87	81	78	75	73	71	69
Фактичне значення шуму, дБ	89	82	76	73	70	68	66	64

Зменшення механічного шуму в ТПА можна досягти:

- примусове змазування тертьових поверхонь, $\Delta P=4$ дБА;
- балансування обертових елементів, $\Delta P=6$ дБА;
- прокладочні матеріали і пружні вставки в з'єднання, крім передачі
- коливань від однієї деталі до іншої, $\Delta P=5$ дБА;

6.2.4 Небезпека впливу частин що рухаються та обертаються

Рухомими частинами ТПА є: муфта, ротори електродвигунів.

Всі рухомі частини подають підвищену небезпеку при експлуатації, тому що можливі механічні травми в обслуговуючого персоналу. В запобіганні нещасливих випадків всі обертові частини, що рухаються, закриті суцільним або сітчастим огородженням. Розміри сторін комірок сітчастого огородження не більш 10 мм.

Експлуатувати ТПА зі знятими огородженнями, несправними або відключеними блокуваннями строго забороняється. Також забороняється проводити ремонт і наладку вузлів ТПА під час його роботи.

6.2.5 Пожежна безпека.

Відповідно до ОНТП 2486, категорія приміщення. В ТПА призначена для експлуатації в протипожежних зонах класу П-Па по ПУЕ. Стійкість будинку по СНиП 2.01.02-85 відповідає ступеню вогнестійкості II.

Кількість поверхів будинку не обмежується. Найбільша припустима площа поверхів між протипожежними стінами не обмежується.

Серед причин, що викликають загоряння, найбільше ймовірними є:

несправність електроустаткування; струм короткого замикання і перевантаження кабелів живлення;

загоряння ізоляції електропроводів;

використання вогню в неналежному місці;

пряме враження блискавкою, що може викликати пожежу і зробити руйнацію будинків;

іскри при електро- і газозварочних роботах.

Запобігання можливості загоряння забезпечується такими мірами:

дотримання технологічних норм і правил експлуатації;

паління тільки у відведених місцях;

своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;

організація агітації по протипожежному захисті;

наявність засобів організації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;

наявність засобів пожежегасіння безпосередньої близькості від установки (пісок, вогнегасник);

будинок установлений на відстані не менше 10 метрів від сусіднього будинку і 20 метрів від складів;

на будинку встановлені блискавковідводи сітчастого виду.

Таблиця 4.4 – Найменші припустимі межі вогнебезпечності будівельних конструкцій.

	Основні будівельні конструкції.	Межа вогнестійкості, час.
1	Несучі стіни, колони	2
2	Зовнішні стіни з навісних панелей	0,25
3	Несучі конструкції, покриття	0,25
4	Несучі конструкції міжповерхових і дахових перекриттів	0,75
5	Внутрішні стіни, перегородки	0,25

Для гасіння невеличких ділянок загоряння при відключеному електроустаткуванні застосовують вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (2 шт.) і пінні вогнегасники ОХП-10 (1 шт.). Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники ОП-10 (1 шт.). Вуглекислотні вогнегасники застосовують також для гасіння складів із ЛВЖ, акумуляторних станцій і т.д. Проте двоокис вуглецю не можна застосовувати для гасіння речовин до складу молекул яких входить кисень, лужних і лужноземельних металів, а також тліючих матеріалів. Повітряно-пінний вогнегасник призначений для гасіння легкозаймистих рідин, паливних рідин, твердих матеріалів.

Ширина прорізу дверей евакуиходу - 2 метра. Кількість виходів - не менше двох. Двері відчиняються назовні (СНиП 2.09.02-85).

6.2.6 Системи, що працюють під тиском.

У ТПА присутні трубопроводи, по яких транспортується рідина що охолоджує, повітря і здрібнені отходи під тиском 0,4-0,6 МПа. Також величезний тиск створюється в корпусі черв'ячного преса при видавлюванні

полімерного рукава, що створює певну небезпеку обслуговування машини у випадку розірвання трубопроводів або ушкодження корпусу екструдера. При досягненні тиском критичного значення на пульті керування загоряється сигнальна лампа, а також спрацьовує звукова сигналізація.

Відповідно до ГОСТ14201-79 установлене опізнавальне фарбування трубопроводів: вода - зелений; повітря-синій; пальні рідини (олії)-коричневий.

Крім того, повітряпроводи повинні відповідати "Правилам устрою і безпеки експлуатації повітряних компресорів і повітряпроводів", трубопроводи, що знаходяться під тиском "Правилам устрою і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води".

6.2.7 Небезпека враження електричним струмом.

У зв'язку з тим, що ТПА розташована на металевій рамі, що у свою чергу встановлюється на бетонну станіну, відповідно до ПЭУ вона відноситься до небезпечної.

Для живлення елементів ТПА використовується трьохфазова напруга 220/380В із частотою 50Гц з ізольованою нейтраллю.

Основними причинами нещасних випадків від впливу електричного струму на проєктованій ділянці є: помилкове вмикання установки; можливість виникнення крокової напруги;

пробой на корпус;

випадки доторку людей до відкритих частин електроустаткування, що проводять струм;

; старіння ізоляції і втрата ізоляційних властивостей;

доторк до частин установки, які можуть виявитися під напругою у випадку короткого замикання;

Основними заходами захисту від враження електричним струмом на ділянці експлуатації ТПА є:

1) Забезпечення неприступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою (розташування їх на недоступній висоті), для випадкового доторку.

2) Використання щитків, спеціальних знаків небезпеки, що попереджують людину про наявність високої температури, можливості враження електричним струмом і т.д. (кожному з пунктів небезпеки відповідає свій попереджувальний знак).

3) Організація безпечної експлуатації електроустаткування, перед роботою установку перевіряють спеціалісти, вона проходить спробну експлуатацію.

4) Усунення небезпеки при появі напруг на корпусах, кожухах і інших частинах електроустаткування, що досягається використанням захисного занулення, подвійної ізоляції.

6.2.8 Промислове освітлення

Для нормальної роботи обслуговуючого персоналу відповідно до норм ДБН В 2.5.28-2006 передбачається сумісне освітлення, тобто коли природне освітлення доповнюється штучним, для освітлення приміщення в години, коли природне освітлення відсутнє, або його недостатнє. Природне освітлення передбачається бічне, через світлові прорізи в зовнішніх стінах.

Штучне освітлення передбачене загальне, рівномірне, робоче й аварійне .

Робоче освітлення передбачене для загального освітлення площі цеху.

Аварійне освітлення передбачене для забезпечення мінімальної освітленості у виробничому приміщенні на випадок раптового відключення робочого освітлення й зв'язане з цим порушення нормального обслуговування устаткування й механізмів, що може викликати тривале порушення технологічного процесу й ін .

Освітленість робочої зони установки, створювана світильниками загального і місцевого освітлення повинна відповідати ДБН В 2.5.28-2006. При V розряді зорових робіт вибираємо світильник ДРЛ-250, потужністю 125 Вт, $F=9500$ лм. Встановлюємо в приміщенні 105 світильників, що дасть $E_{ef}=200$ лк.

Мінімальна нормативна освітленість для даного розряду роботи $E_{min}=150$ лк. Оскільки $E_{ef} > E_{min}$, приміщення відповідає нормам ДБН В 2.5.28-2006.

6.2.9 Характеристики вентиляційної системи

Відповідно до ДБН Д.2.2-20-99 у приміщенні передбачена природна і механічна вентиляція. Природний рух повітря в приміщенні відбувається внаслідок різниці його щільності поза і усередині приміщення (тепловий тиск), а також під дією вітру. Вентиляція відбувається через вентиляційні прорізи, й фрамуги приміщення.

Вітровий тиск, який утвориться з підвітряної сторони приміщення і розрядження, яке утвориться з підвітряної сторони будинку розраховується по формулі:

$$H_1 = a \cdot \frac{V^2 \cdot \gamma}{2 \cdot q} \text{ Н/м}^2, \quad (6.1)$$

де a – аеродинамічний коефіцієнт, який залежить від конструкції будинку (він складає 0,7..0,65 на навітряній стороні будинку і 0,3..0,45 на завітряній стороні);

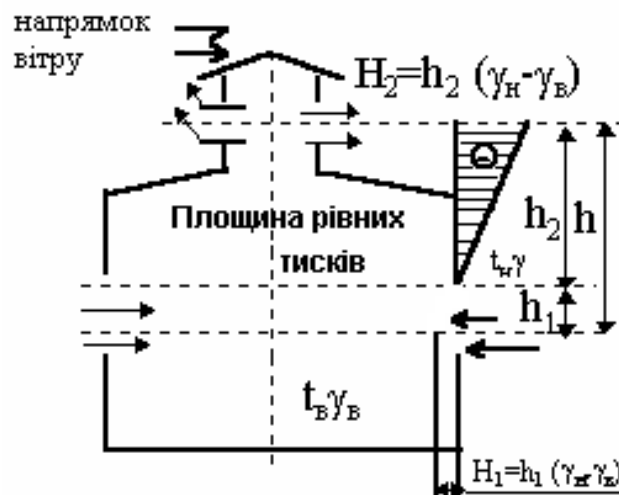


Рис. 18– Розподіл тиску в приміщенні

V – швидкість руху вітру, приймаємо $V=5$ м/с;

γ – питома вага повітря, $\gamma=1,39$ Н/м³;

q – прискорення вільного падіння, $q=9,81$ Н/с²

Тоді:

$$H_1 = 0,7 \cdot \frac{5^2 \cdot 1,39}{2 \cdot 9,81} = 1,24 \text{ Н/м}^2$$

$$H_2 = 0,45 \cdot \frac{5^2 \cdot 1,39}{2 \cdot 9,81} = 0,79 \text{ Н/м}^2$$

Параметри зовнішнього повітря $t_n=23^\circ\text{C}$, $d_n=10 \text{ г/кг}$, $\rho_n=1,16 \text{ кг/м}^3$

Надлишок явної теплоти $Q_{36}=265 \text{ кВт}$, висота цеху $H=10 \text{ м}$.

Температура повітря в робочій зоні:

$$t_{p.z.} = t_n + \Delta t_p = 23 + 5 = 28^\circ \quad (6.2)$$

Δt_p – робоча різниця температур, $^\circ\text{C}$; $\Delta t_p=5^\circ\text{C}$;

Кількість подаваного повітря для забезпечення заданої температури в робочій зоні:

$$G = \frac{m \cdot Q_{36}}{C \cdot \Delta t_p}, \quad (6.3)$$

де m – коефіцієнт виділення теплоти в робочу зону, $m=0,4$;

C – температурний градієнт, $C=1,0$.

$$G = \frac{0,4 \cdot 265}{1,0 \cdot 5} = 21,2 \text{ кг/с}$$

Температура повітря яке виходить:

$$t_{вих} = t_n + \frac{Q_{36}}{C \cdot G}, \quad (6.4)$$

$$t_{вих} = 23 + \frac{265}{1 \cdot 21,2} = 35,32^\circ\text{C}$$

Приймаємо умову, що нейтральна площина поділяє приміщення на рівні частини, тобто $h_1=h_2=5 \text{ м}$

Середня температура по висоті приміщення:

$$t_a = 0,5 \cdot (t_{p.z.} + t_{вих}), \quad (6.5)$$

$$t_a = 0,5 \cdot (28 + 35,32) = 31,7^\circ\text{C}$$

Щільність повітря при $d_a=10 \text{ г/кг}$ і $t=35,32^\circ\text{C}$ $\rho_a=1,13 \text{ кг/м}^3$

Швидкість повітря в нижніх приточних прорізах:

$$V_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_1 \cdot (\rho_u - \rho_a) \cdot q}{\rho_a}}, \quad (6.6)$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot (1,16 - 1,13) \cdot 9,81}{1,16}} = 1,59 \text{ м/с}$$

Швидкість повітря в аераційному ліхтарі:

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_2 \cdot (\rho_u - \rho_a) \cdot q}{\rho_a}}, \quad (6.7)$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot (1,16 - 1,13) \cdot 9,81}{1,13}} = 1,61 \text{ м/с}$$

Площа прорізів знаходиться по формулі:

$$F = \frac{G}{\mu \cdot V \cdot \rho}, \quad (6.8)$$

де μ – коефіцієнт витрати, який залежить від конструкції затворок переплету в проїмі і кута відкриття затворки (для затворки переплету, відкритої на 30° в середньому можна прийняти $\mu=0,32$);

Звідси площа нижніх прорізів:

$$F_1 = \frac{21,2}{0,417 \cdot 1,59 \cdot 1,16} = 27,56 \text{ м}^2$$

Площа верхніх прорізів:

$$F_2 = \frac{21,2}{0,417 \cdot 1,61 \cdot 1,13} = 27,94 \text{ м}^2$$

Обсяг повітря, яке проходить через прорізи:

$$L_1 = \mu \cdot F_1 \cdot \gamma \cdot 3600 \quad (6.9)$$

$$L_2 = \mu \cdot F_2 \cdot \gamma \cdot 3600 \quad (6.10)$$

$$L_1 = 0,417 \cdot 27,56 \cdot 1,39 \cdot 3600 = 57508,57 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$L_2 = 0,417 \cdot 27,94 \cdot 1,39 \cdot 3600 = 58301,50 \text{ м}^3/\text{год}$$

Облік кількості та вміст викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище є необхідною умовою боротьби за збереження її чистоти, боротьби за здоров'я людини.

6.2.10 Електробезпека

Для запобігання випадків поразки електричним струмом персоналу, проектом передбачене контурне захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання з землею металевих частин електроустаткування (корпусів, станин і т.п.) які у нормальних умовах; не знаходяться під напругою, але які можуть виявитися під напругою внаслідок порушення ізоляції електроустановки, різних несправностей й ін.

Для штучного заземлення проектом передбачено застосування вертикальних електродів. Вертикальні електроди являють собою сталеві труби діаметром 40 мм і довжиною 2,5 м.

Для зв'язку вертикальних електродів застосовується сталь прямокутного перетину 3×40 мм.

Заземлювач розташовується в ґрунті по контуру (рис. 6.2)

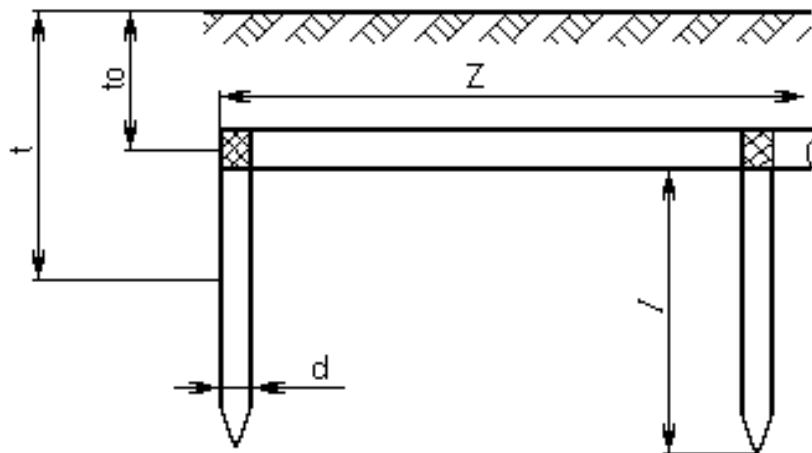


Рис. 19 – Схема розташування заземлювачів

Опір розтіканню струму одного трубного електрода визначається за формулою:

$$R_{стр} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \right), \quad (6.11)$$

де l – довжина електрода, м;

d – діаметр електрода, м;

ρ – питомий опір ґрунту;

t – глибина розташування середини електрода від поверхні ґрунту, м:

$$t = t_o + \frac{l}{2}, \quad (6.12)$$

де t_o – відстань від верхньої точки заземлювача до поверхні ґрунту, м.

Приймаємо $t_o = 0,9$ м; $l = 2,5$ м; $d = 0,04$ м; $\rho = 300$ Ом·м

Тоді:

$$t = 0,9 + \frac{2,5}{2} = 2,15 \text{ м}$$

$$R_{cmp} = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,04} + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 2,15 + 2,5}{4 \cdot 2,15 - 2,5} \right) \right) = 97,82 \text{ Ом}$$

Отримане $R_{cmp} > R_{дон}$, тому потрібно декілька заземлювачів, попередньо:

$$n' = \frac{R_{cmp}}{R_{дон}}, \quad (6.13)$$

де $R_{дон}$ – допустимий опір. При напрузі в мережі < 1000 В, $R_{дон} = 4$ Ом;
ДНАОП 1.1.10 – 1.01– 97.

Тоді:

$$n' = \frac{97,82}{4} = 24,45 \text{ шт.}$$

приймаємо $n' = 25$ шт.

Необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням екранування:

$$n = \frac{n'}{\eta_o}, \quad (6.14)$$

де η_o – коефіцієнт використання трубних заземлювачів, який враховує взаємне екранування, $\eta_o = 0,6975$

$$n = \frac{25}{0,6975} = 35,84 \text{ шт.}$$

приймаємо $n = 36$ шт.

Опір розтіканню струму з'єднуючої смуги визначаємо по формулі:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot z} \cdot \frac{2 \cdot z^2}{b \cdot t_0}, \quad (6.15)$$

де b – ширина смуги приймаємо $b=0.04$ м;

z – довжина смуги, яка з'єднує вертикальні стрижневі електроди, м;

$$z = a \cdot n \cdot l, \quad (6.16)$$

a – відношення відстані між заземлювачами до довжини заземлювача, приймаємо $a=3$;

$$z = 3 \cdot 36 \cdot 2,5 = 270 \text{ м};$$

$$R_n = \frac{300}{2 \cdot \pi \cdot 270} \cdot \ln \frac{2 \cdot 270^2}{0.04 \cdot 0.9} = 2.69 \text{ Ом};$$

Опір групового заземлювача, який складається з вертикальних заземлювачів і з'єднуючої їх смуги, визначається по формулі:

$$R_{ep} = \frac{R_{cnp} \cdot R_n}{R_{cnp} \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_0 \cdot n},$$

(6.17)

де η_n – коефіцієнт використання горизонтальної смуги, яка з'єднує вертикальні заземлювачі, $\eta_n=0,402$

Тоді:

$$R_{ep} = \frac{97,82 \cdot 2,69}{97,82 \cdot 0,402 + 2,69 \cdot 0,6975 \cdot 36} = 2,46 \text{ Ом}$$

Порівнюючи отримане і припустиме значення (за ГОСТ 12.1.030-87), бачимо що $R_{гр} < R_{доп}$, отже, дане заземлення, задовольняє вимогам електробезпеки.

Крім заземлення, огорожень і блокувань також передбачене застосування: попереджувальної сигналізації електрозахисних засобів, знаків безпеки, допоміжних захисних засобів.

6.2.11 Характеристика виробництва по пожеже- і вибухонебезпечності

Цех для виготовлення транспортерної стрічки – виробництво насичене електродвигунами, різного виду електроосвітлювальними приладами, пускорегулюючою апаратурою і т.д. Усе це обладнання джерелом запалення навколо їх пожежі- і вибухонебезпечного середовища, тому що вони можуть нагріватися чи іскрити. У зв'язку з цими обставинами до конструкції електроустаткування, правилам його експлуатації, нагляду і ремонту висуваються підвищені вимоги.

У цеху використовуються пально-мастильні матеріали: компресорні мастила, каучук та гумові суміші, солідол. Температура загоряння та самозаймання відповідно: компресорного мастила 275°C-260°C, солідолу 590°C-530°C.

По "Правилах устрою електроустановок" лінія призначена для експлуатації в пожеже-небезпечних зонах класу П-Іа. Категорія виробництва "В" по НАПБ Б. 07.005-86. Пожеже-небезпека технологічних процесів у значній мірі визначається фізико-хімічними властивостями сировини, проміжних і кінцевих продуктів, які беруть участь у виробництві.

У цеху пожежа може відбутися від електричної іскри, при короткому замиканні, при підвищенні температури речовини до температури спалаху, запалення від розряду статичної електрики і грозових розрядів, самозаймання обтирального матеріалу й ін.

6.2.12 Боротьба з надзвичайними ситуаціями на виробництві.

Надзвичайна ситуація може виникнути при використанні та зберіганні легкозаймистих речовин поблизу лінії виробництва. План-схема евакуації внаслідок надзвичайної ситуації наведена на Рисунку 7.3. В цеху знаходяться 2 балони зі стисненим ацетиленом на випадок проведення зварювальних робіт.

Балони призначені для зберігання газів і є небезпечними незалежно від того чи газ є горючим чи ні. Ймовірними причинами вибуху балона можуть стати: падіння балону, неправильне заправлення чи перенесення, контакт газу з маслом, накопичення іржі (виявляють промиванням дихлоританом). Коли з балону випускають газ, то залишають $P=0,5\text{МПа}$ для того аби можна було взяти пробу для аналізу газу.

Серед причин, що можуть призвести до загорання, відзначимо найімовірніші:

- несправність електроживлення;
- струми короткого замикання і перевантаження кабелів живлення;
- використання відкритого вогню в неналежному місці;
- застосування легкозаймистих речовин, їхнє зберігання поблизу установки.

Запобігання запаленням забезпечується такими заходами:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- догляд за територією відповідно до вимог пожежної безпеки;
- обмеження в застосуванні відкритого вогню;
- паління у спеціальних місцях;
- своєчасне проведення інструкцій серед обслуговуючого персоналу;
- організація наочної агітації з техніки безпеки;
- вчасна перевірка устаткування, особливо електричного;
- дотримання вимоги на засоби пожежогасіння;
- наявність пожежної сигналізації (датчик КІ-1, приймальна станція РУОП-1).

Для гасіння невеликих вогнищ, запалень застосовують порошкові вогнегасники з речовинами ОПС-10 і ОППС-100. У цеху на відстані 30 м один від одного встановлені пожежні гідранти з рукавами по 10 м. Також у виробничому приміщенні встановлені стаціонарні установки пожежогасіння САМ-9 (порошок вогнегасний ДСТУ 3105), які при підвищенні температури до $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ відкривають спринклери. Захисна площа становить не менше 12 м^2 .

Відстані до пожежних евакуиходів – 35 м, кількість виходів – 3. Ширина прорізу для дверей евакуиходів – 2,5 м згідно з СНиП 2.09.02-85.

Із засобів індивідуального захисту на підприємстві знаходиться протитеплова куртка ТК-50. План-схема евакуації зображена на рисунку 5.3.

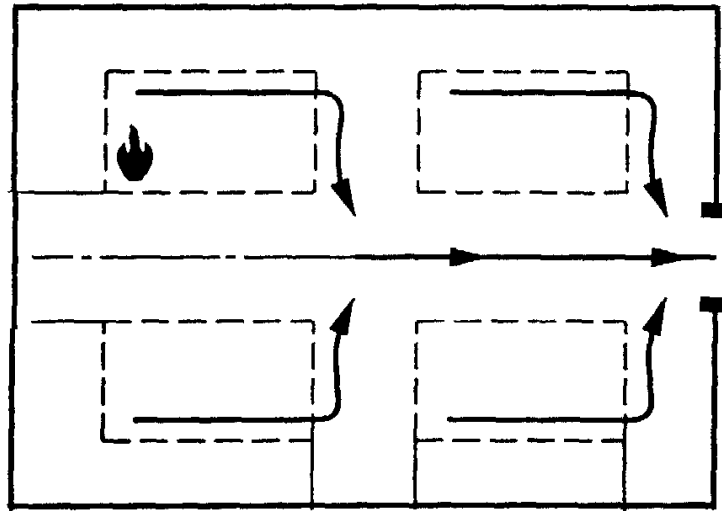
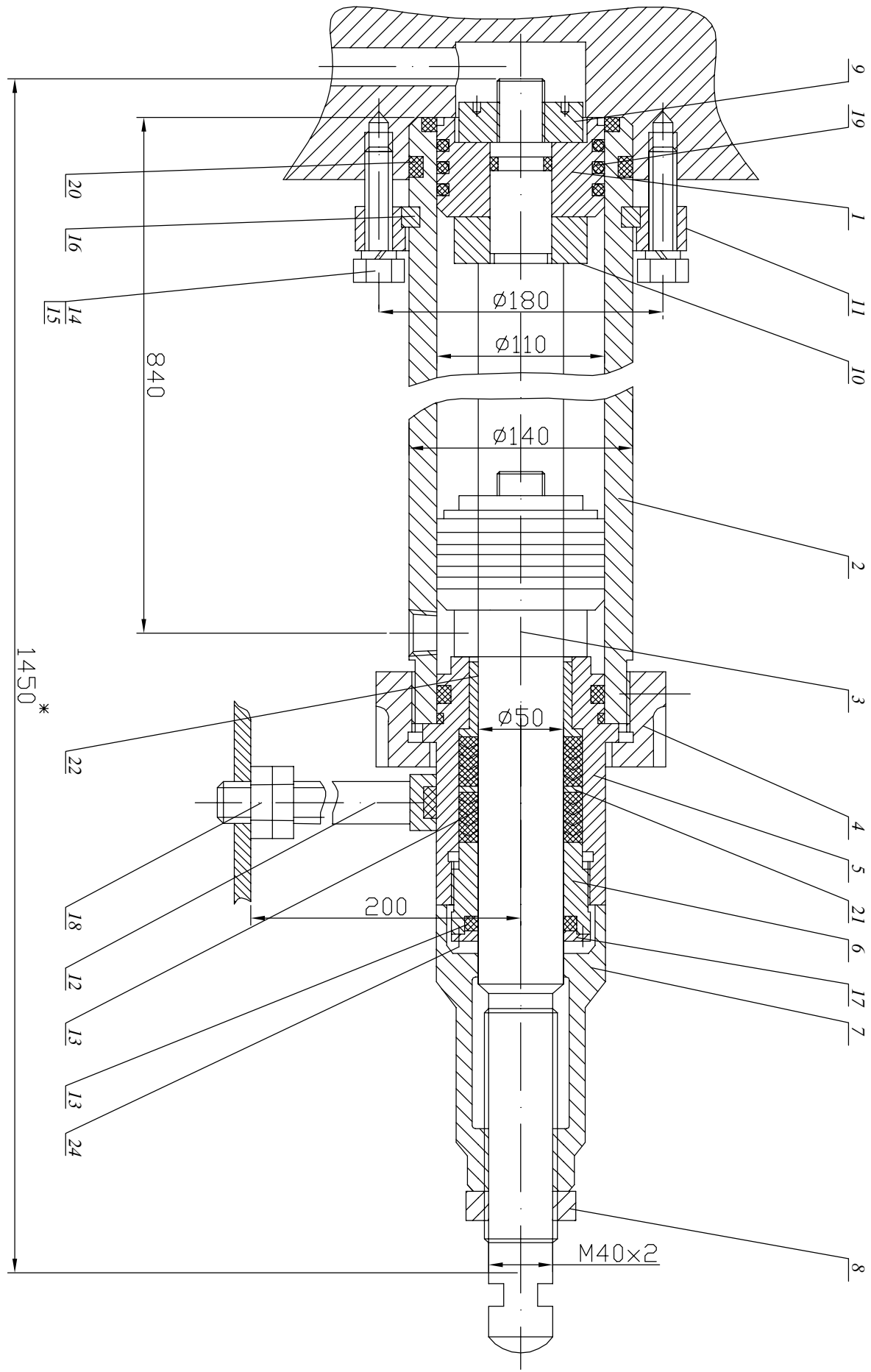


Рисунок 20 – План-схема евакуації

Зміст:

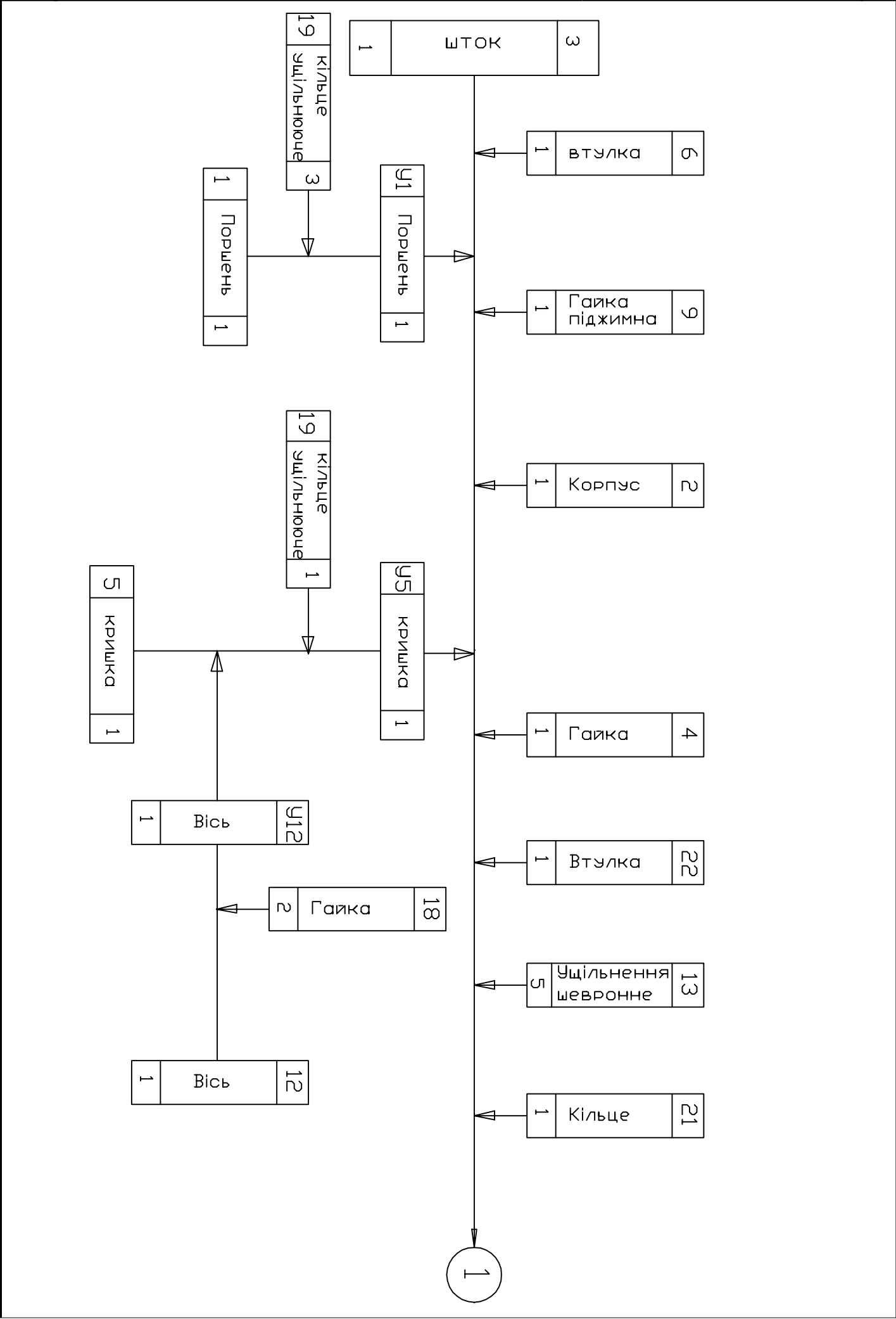
1. Креслення загального виду машини	3
2. Специфікація креслення загального виду	4
3. Креслення вузла	5
4. Специфікація вузла	6
5. Схема збирання вузла	8
6. Операційна карта збирання вузла	10
7. Карта ескізів фундаменту і послідовності монтажу	13
8. Операційна карта монтажу машини	17
9. Схема змащування вузлів машини	19
10. Таблиця змащування	20

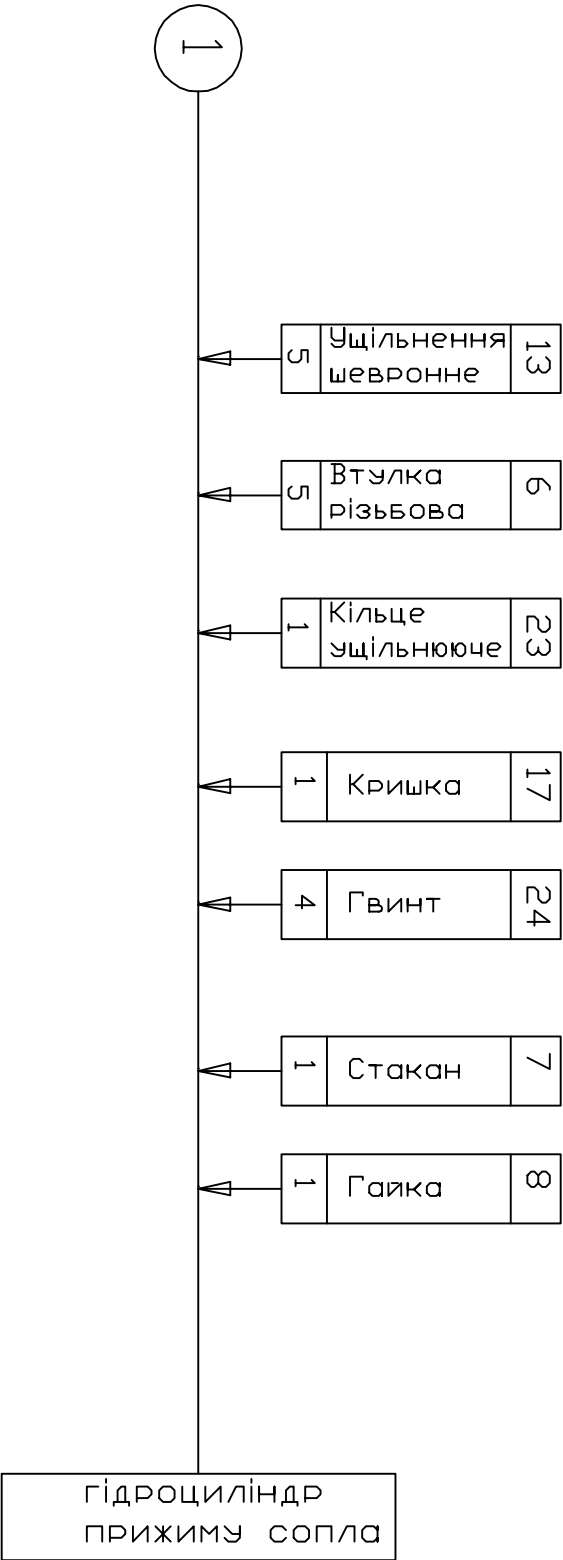
[illegible]



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Замітки
				<u>Документація</u>		
A4				Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1		Поришень	1	
		2		Корпус	1	
		3		Шток	1	
		4		Гайка	1	
		5		Кришка	1	
		6		Втулка різьбова	1	
		7		Стакан	1	
		9		Гайка піджимна	1	
		10		Втулка	1	
		11		Кільце	1	
		12		Вісь	1	
		13		Уцілювання шевронне	10	
		16		Кільце Ø138x145	1	
		17		Кришка	1	
		21		Кільце Ø50x60	1	
		22		Втулка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Гайка М40х2 ГОСТ 5915-62	1	
		14		Болт М22х60 ГОСТ7805-62	4	
				Циліндр прижиму сопла		
Зм. Арк..	№докум.	Підпис	Дата	Циліндр прижиму сопла		
Розроб.						
Перев.						
Н.контр						
Затв.						
				Літ	Арк..	Аркушів
					1	
				НТУУ"КПІ", ІХФ		

[illegible]





[illegible]

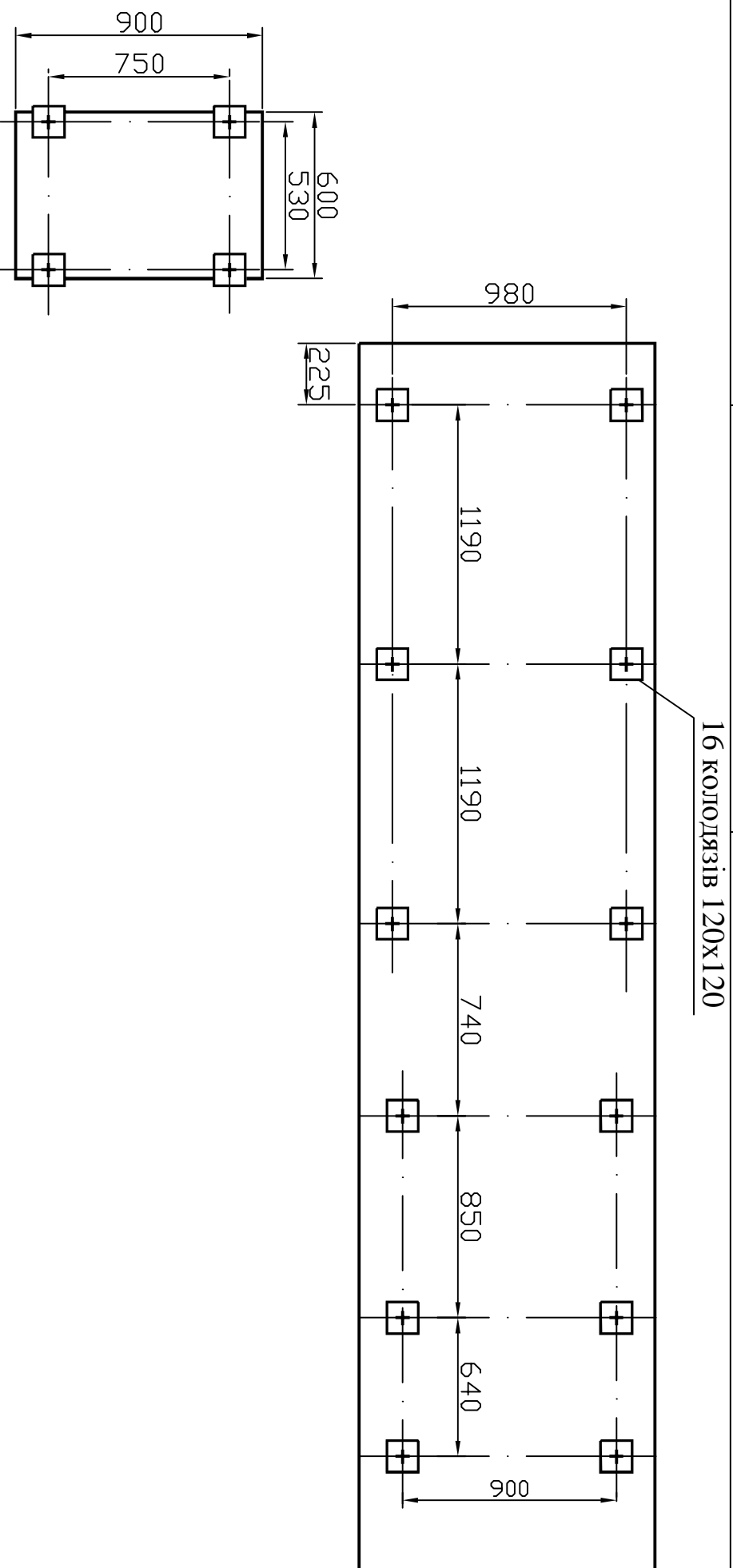
[illegible]

[illegible]

Карты ескізіб

Homер операції

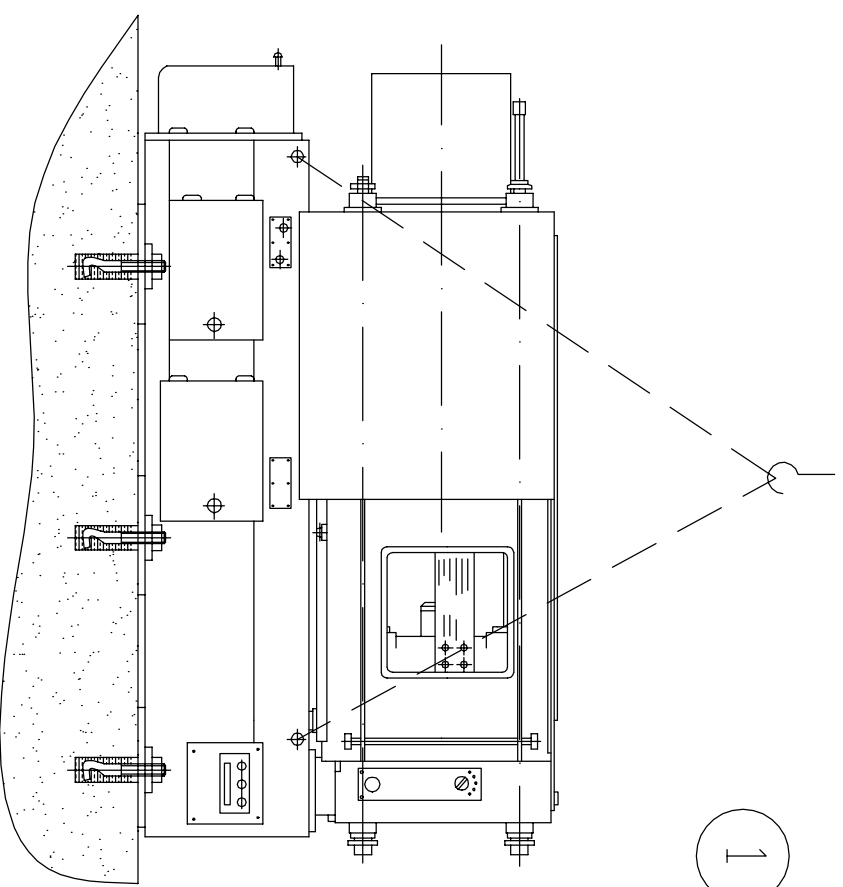
План розміщення фундаментних болтів

[illegible]

Картаскiзiв

Homер операції

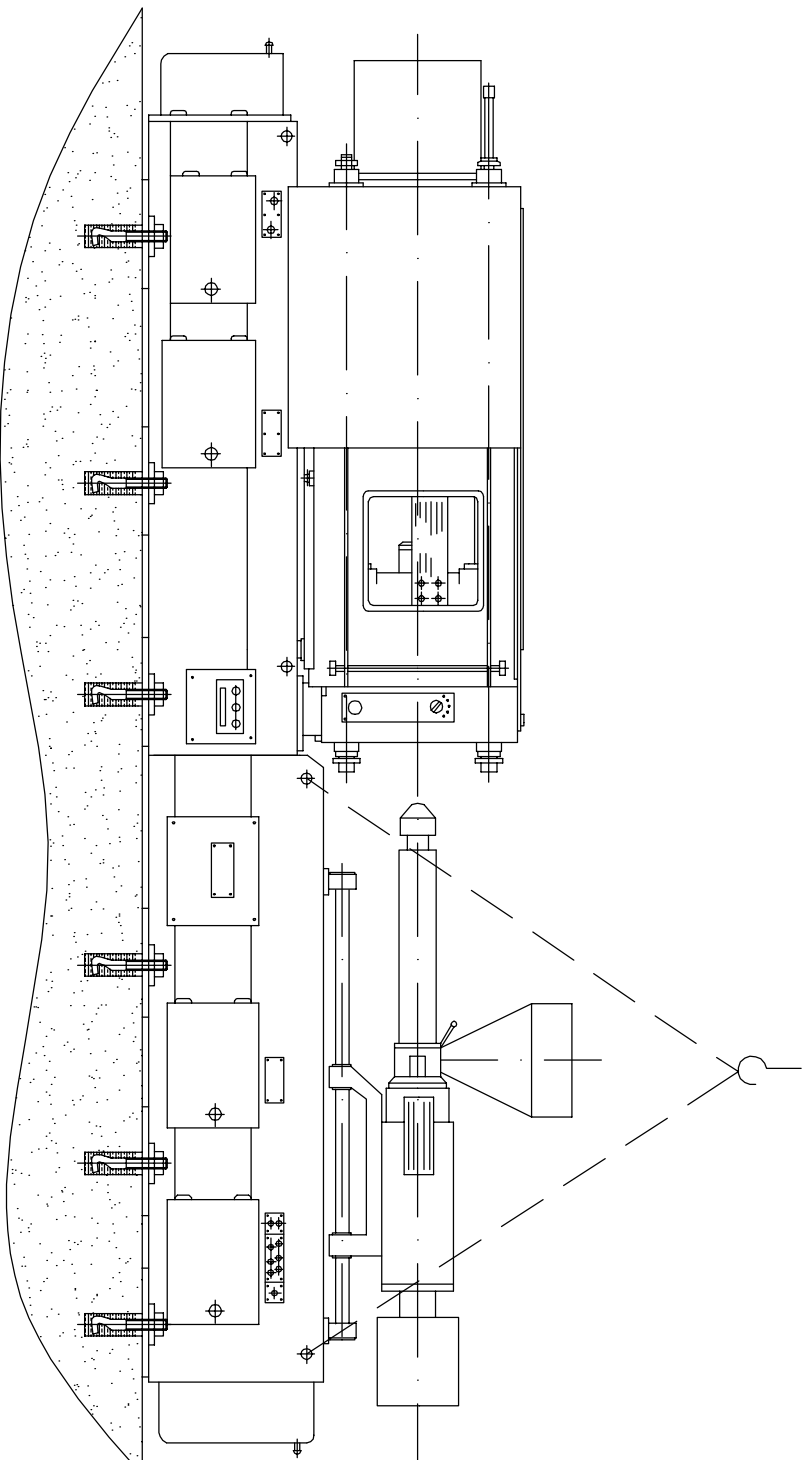
Монтаж механізму змикання

[illegible]

Капта ескізіб

Homер операції

Монтаж інжекційно-пластикового вузла



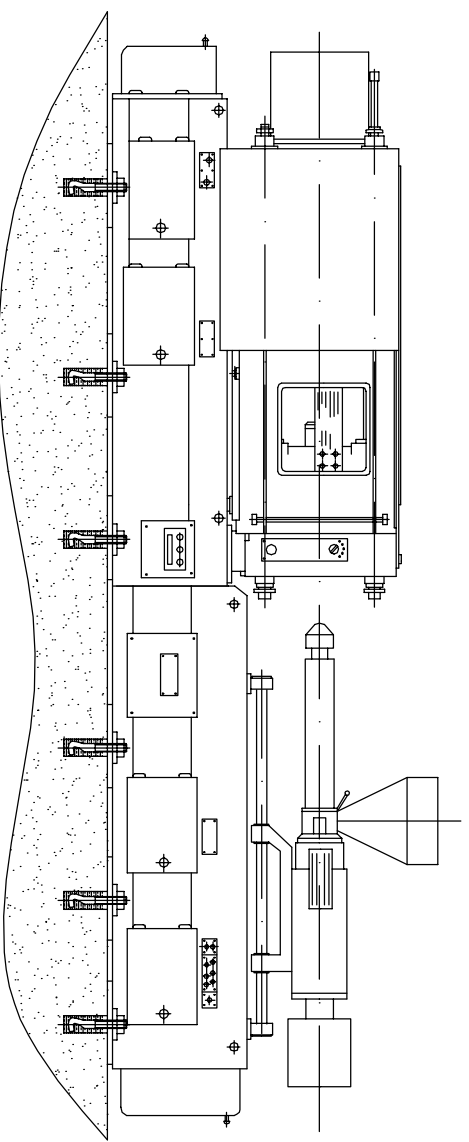
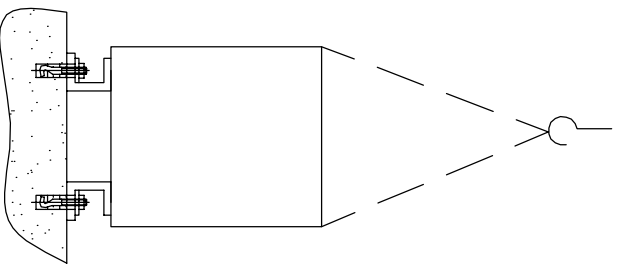
2

[illegible]

Капта ескізіб

Homер операції

Монтаж электричного шкафу

[illegible]

Инв.№подл	Подпись и дата	взам.инв №	Инв.№ дубл.	Подпись и дата

ГОСТ 3.1407 – 74 Форма 1

				Операційна карта слюсарних, слюсарно-складальних та електромонтажних робіт			

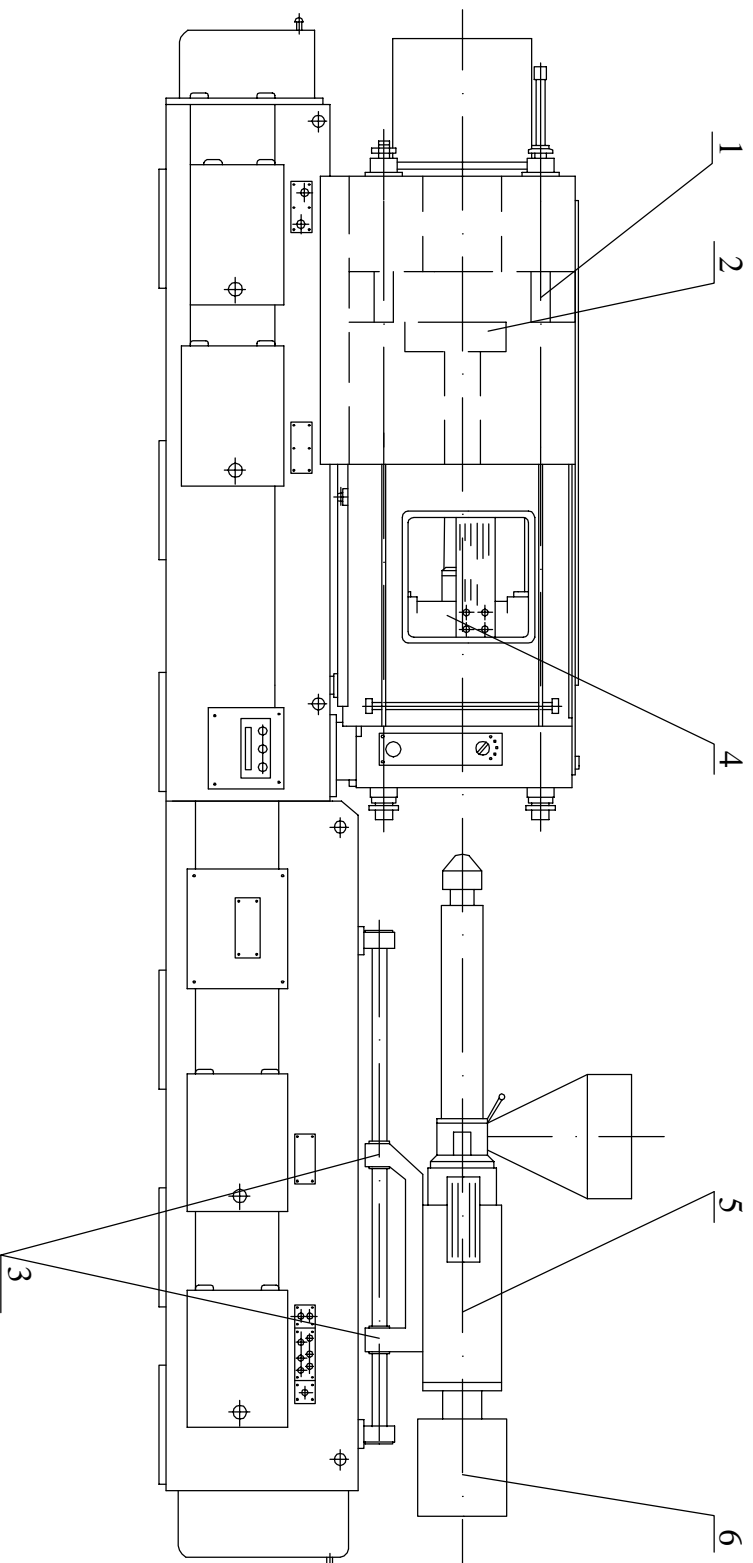
Номер чека	Номер уч-ка	Номер дубліката	Номер операції	Найменування операції				Обладнання (найменування, модель)			
				Монтаж термoplastавтомата							

Номер переходу	Зміст переходу				Технологічний режим, к-сть.	Приспосовування (код, найменування)	Інструмент (код, найменування)		То, хв
1	Застропити, підняти станину з механізмом змикання, встановити фундаментні болти у відповідні отвори станини, надіти шайби.				Фундаментний болт – 6 шт.	Єлектроталь Q = 5 т	Гайковий ключ S = 45		45
	Нагвинтити гайки, станину опустити за місцем.				Шайба – 6 шт.				
					гайка – 6 шт.				
2	Застропити, підняти станину з інжекційно-пластикаційним вузлом, встановити фундаментні болти у відповідні отвори станини, надіти шайби.				Фундаментний болт – 6 шт.	Єлектроталь Q = 5 т	Гайковий ключ S = 45		50
	Нагвинтити гайки, станину опустити за місцем.				Шайба – 6 шт.				
					гайка – 6 шт.				

										Разраб.				Лист
										Перевір.				
														Листо
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	Из	Лис	№ докум	Подпись	Дата	Н. контр.				

Капта ескізіб

Homер операції

[illegible]

N позиції	Найменування і позначення змащувального вузла	Найменування змащувального матеріалу	Кількість точок змащування	Спосіб нанесення мастила	Періодичність
1	Плита проміжна	Солідол М та мастило індустріальне 30 ГОСТ 20799-75	4	З'єднання змащуються за допомогою пресмастилок	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
2	Засувка	Солідол М та мастило індустріальне 30 ГОСТ 20799-75	4	З'єднання змащуються за допомогою пресмастилок	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
3	Салаки механізму інжекції	Солідол М та мастило	4	З'єднання змащуються за допомогою пресмастилок	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
4	Рухома плита	Солідол М	8	З'єднання змащуються за допомогою пресмастилок	Перший раз після місяця експлуатації, потім 1раз на 6 міс.
5	Вузол опірною підшипника	Мастило ТАП-15 ГОСТ 23652-79	3	До місць змащування мастило потрапляє по системі вимушеного змащування від насоса	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
6	Опора валу	УС-3(Т) ГОСТ 1033-51	2	Потрібно заповнити порожнину корпусу підшипника на 2/3	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
7	Підшипники електродвигунів	Згідно інструкції заводу виробника			

8 МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ

8.1 Розробка 3D-моделі деталі яка отримує головне навантаження у момент впорскування матеріалу в форму

Для створення 3D-моделі базової і модернізованої частини установки було обрано програмне забезпечення DS CATIA V5.

8.1.1 Створення деталі

В системі CATIA для створення деталі обираємо Start Mechanical Design Part Design. В площині xz за допомогою команди Sketch робимо ескіз на якому зображуємо профіль деталі з відповідними розмірами на кресленні.

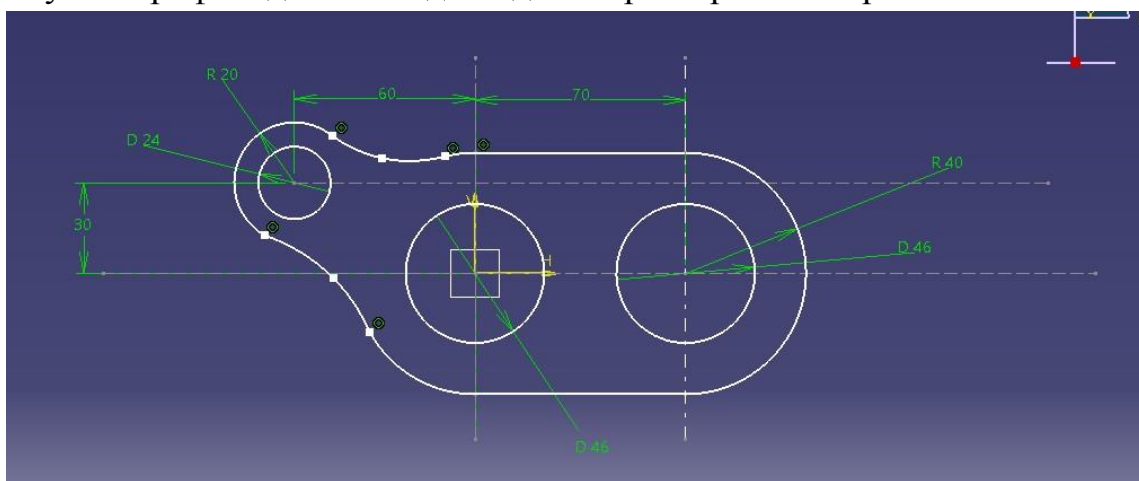


Рисунок 21 – ескіз деталі

Далі за допомогою команди РОСКЕТ видавлюємо нашу деталь і вона отримує форму 3D моделі товщиною 30 мм

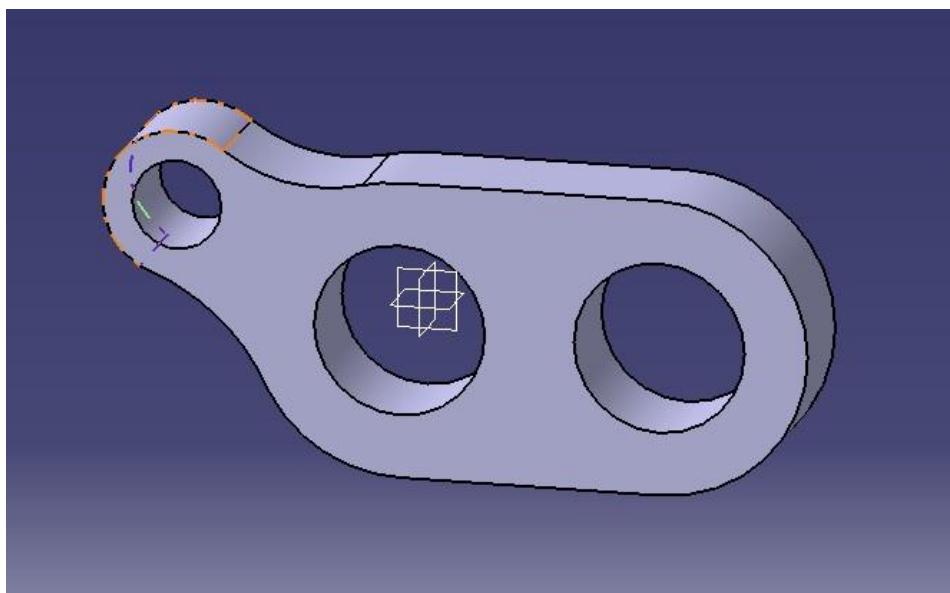


Рис. 22 - 3D модель деталі.

8.2 Розрахунок деталі

Для розрахунку деталі вирішив використовувати програмне забезпечення ANSYS 2020 R1 ACADEMIC, призначене для подібного типу задач. Модулі програмного забезпечення, які я використав це – **Static Structural**.

Створюємо схему проекту **Static Structural**

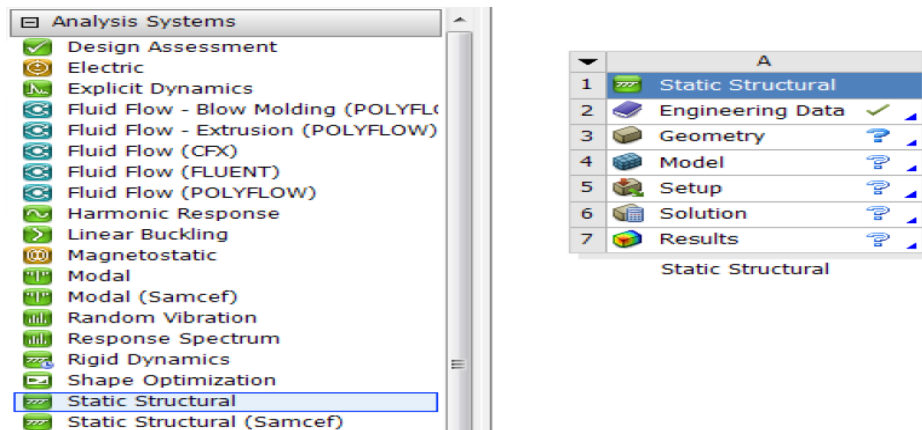


Рисунок 23 – створення середовища для виконання розрахунку

Модель створена в програмі CATIA та збережена в форматі .stp. Для додання її до проекту клікаємо правою клавішею миші на **Geometry** та обираємо **import geometry**, далі вибираємо заздалегідь створену модель. Закриваємо Design Modeler.

Далі заходимо в **Model Static Structural**. В дереві проекту **Tree Outline > Mesh**, в меню **Details > Sizing > Element Size** задаємо значення середнього розміру елементів. Або користуємося автоматичним підбором сітки. Якщо результат незадовільний то корегуємо вручну.

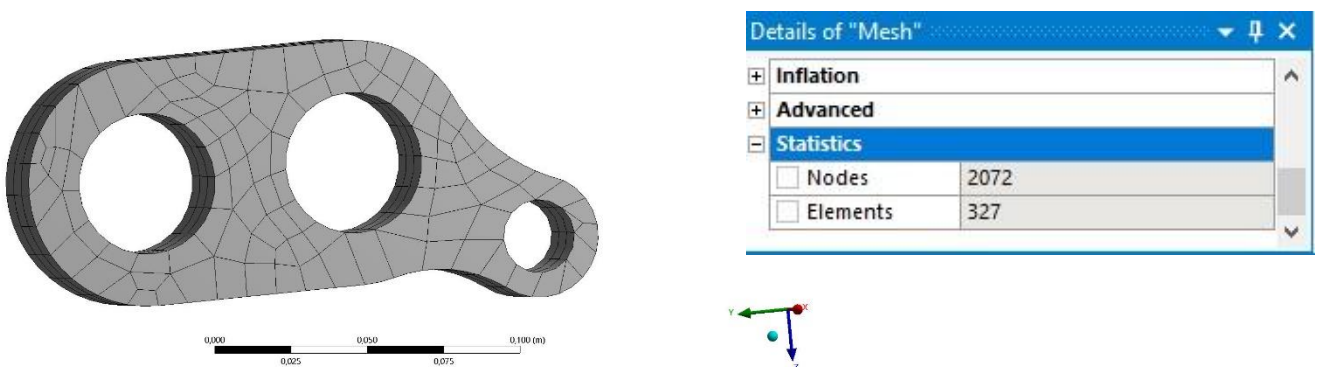


Рис. 24 – Сітка та її характеристика

Далі переходимо до середовища **Static Structural > Model**. Так, як ми добавили модель та добавили в ньому сітку, то переходимо зразу до задавання закріплень та сил.

A: Static Structural
Static Structural
Time: 1, s

A Bearing Load: 1,000 N
B Cylindrical Support: 0, m
C Bearing Load 2: 10000 N

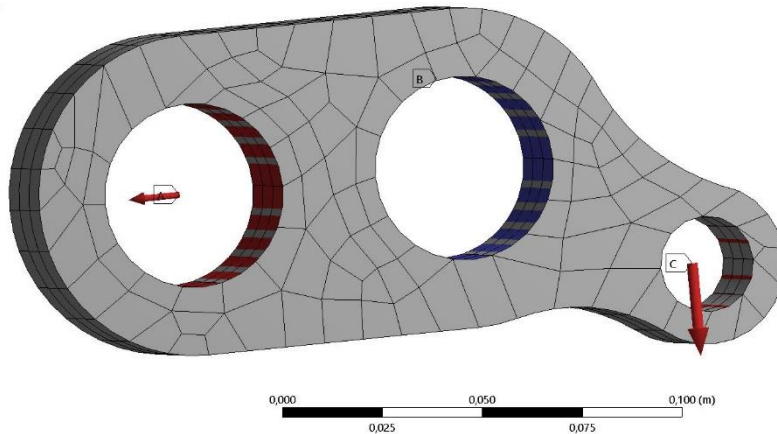


Рисунок 24 – закріплення та сили, що діють на тіло

Закріплюємо нашу деталь по центральному отвору (Cylindrical support), та задаємо навантаження (Bearing Load) для двох отворів. Для першого навантаження А $1\text{E}+6$ Н, для отвору С $1\text{E}+4$ Н. Для А це навантаження яке діє у момент впорскування розплаву у форму, для С це навантаження яке тримає деталь та запобігає розкриттю напівформи.

Далі переходимо в розділ Solution. Тут додаємо результати, які б ми хотіли бачити: Total Deformation, Equivalent Elastic Strain, Equivalent Stress та Safety Factor. Після цього командою Solve розраховуємо задане тіло.

Спочатку потрібно оцінити деталь на механічні характеристики. Запас міцності (Safety Factor) корисний для визначення того, чи деталь критично zdeформується та вийде з ладу, що призведе до утворення облою у момент впорскування полімеру. Для того, щоб це визначити потрібно, щоб коефіцієнт на цьому розрахунку був більше ніж 1,2 ($k > 1,2$).

A: Static Structural
Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 1

15 Max
10
5
1,5233 Min
0

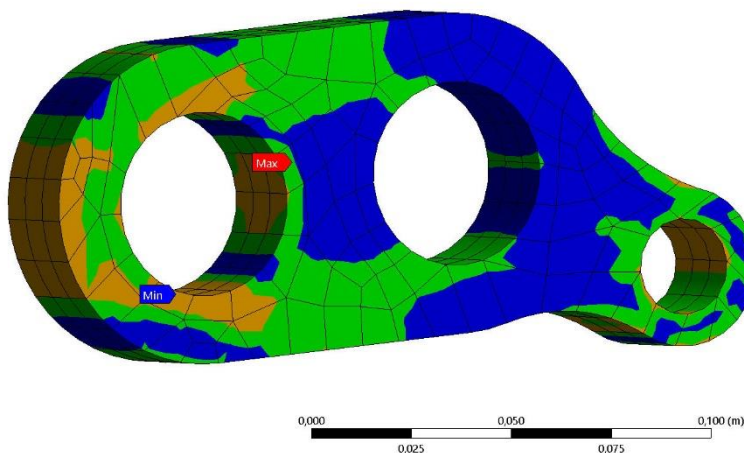


Рисунок 25 – результат розрахунку запасу міцності

Завдяки розрахунку видно, що коефіцієнт запасу міцності задовільний, тобто більший ніж 1,2. Це говорить про те, що деталь не зламається.

Далі потрібно поглянути на результат загальних деформацій (Total Deformation), який покаже де знаходяться найбільш навантажені зони та їх розмір.

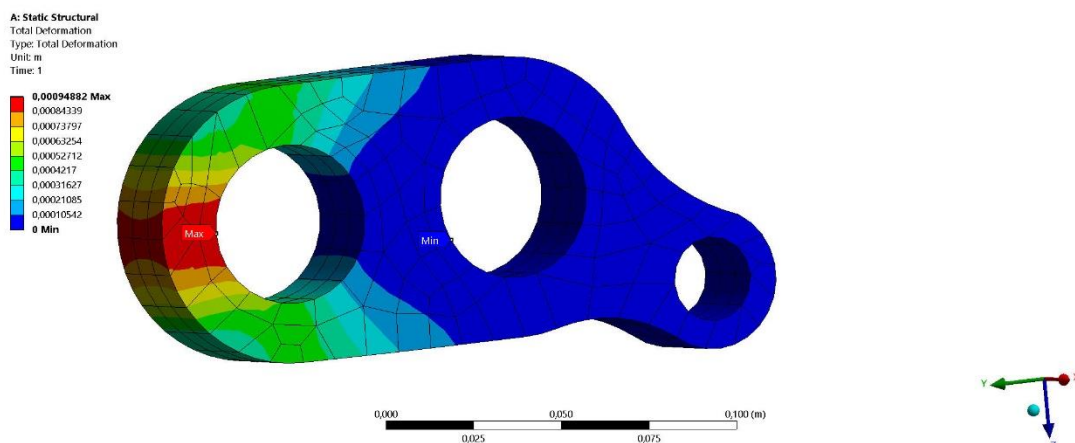


Рисунок 25 – результат розрахунку загальних деформацій

Та по напрямках:

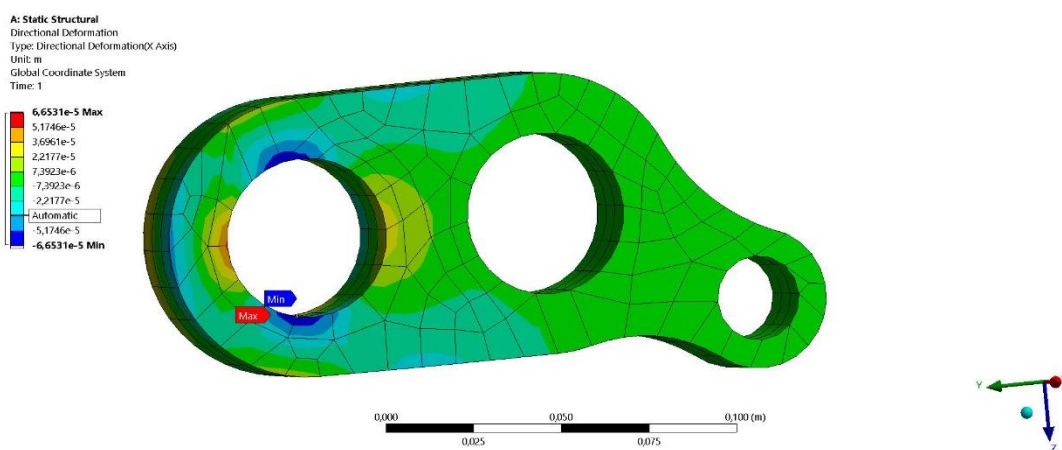


Рисунок 26 – результат розрахунку деформацій по осі X

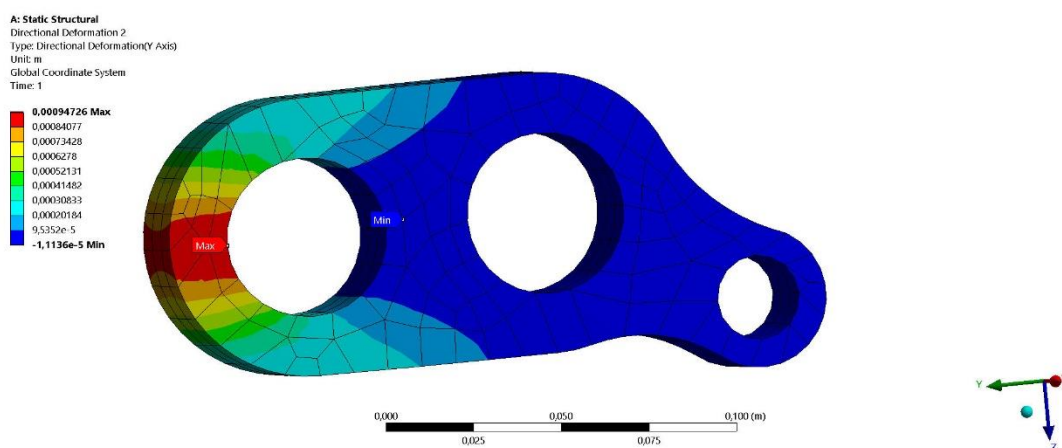


Рисунок 27 – результат розрахунку деформацій по осі Y

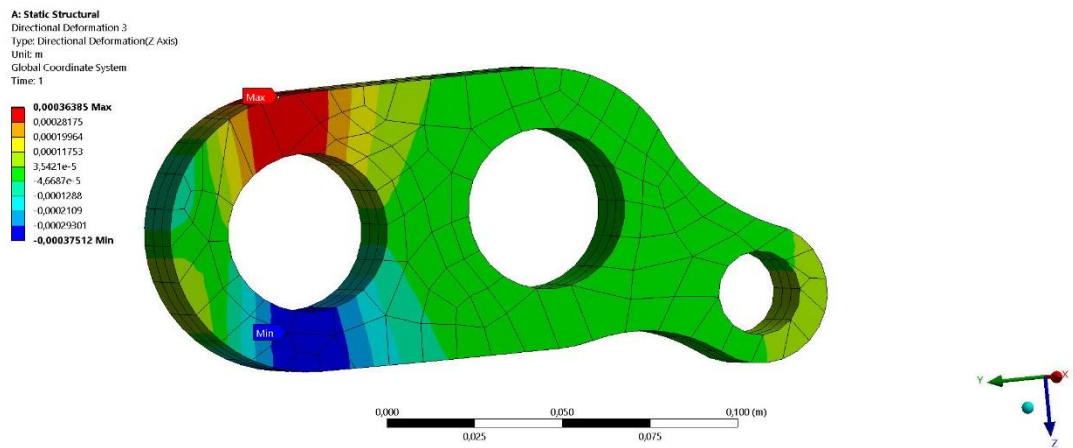


Рисунок 28 – результат розрахунку деформацій по осі Y

Еквівалентні навантаження

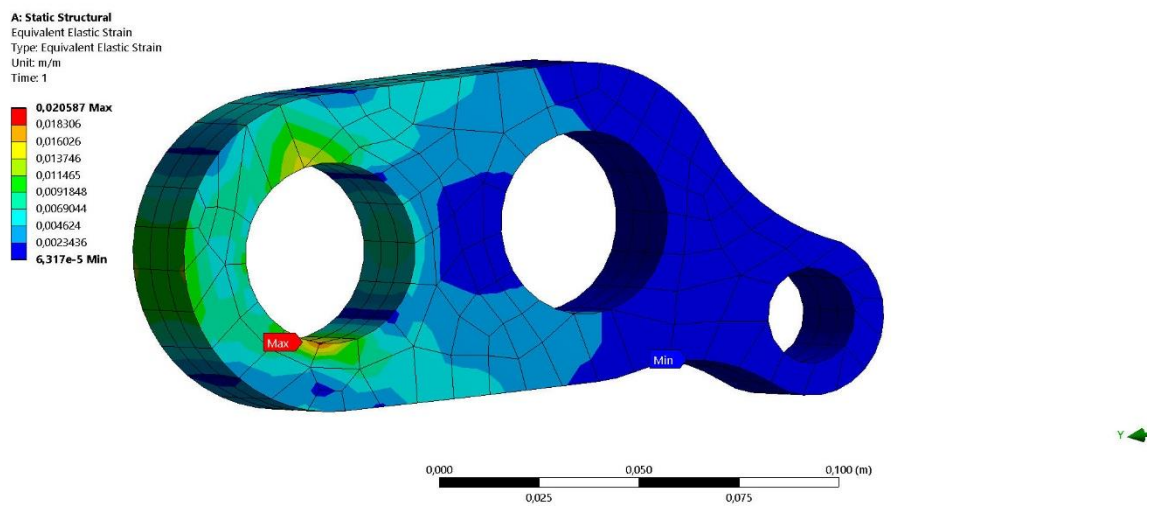


Рисунок 29 – Еквівалентні навантаження

Еквівалентні напруження

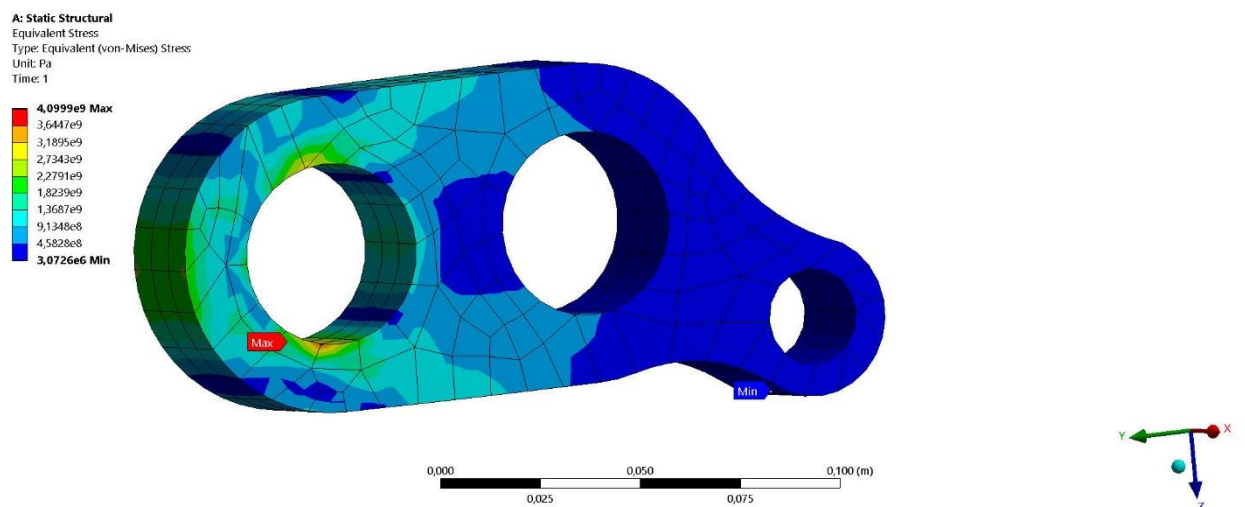


Рисунок 30 – Еквівалентні напруження

Після проведення розрахунку отримані результати дають нам змогу зрозуміти, що вибрані параметри деталі повністю задовільняють обрану

модернізацію таким чином, що вони задовільняють поставлені перед нею вимоги для забезпечення її ефективної роботи. З результатів розрахунку видно що найбільші загальні деформації сягають 0.94 мм, а по напрямку Y 0.94 мм, що говорить про те що по цій осі найбільші навантаження. Еквівалентні навантаження і напруження задовільні.

Тому деталь придатна для подальшого використання у запираючому механізмі термопластавтомата який можна використовувати у виробництві усього спектру полімерної продукції.

ВИСНОВКИ

Для проектування магістерської дисертації, я оглянув сферу, в якій Україна має можливість перспективного розвитку. Оглянутою галуззю є машинобудування, точніше обладнання для хімічного машинобудування. Основними задачами галузі є полімерні вироби та інші композитні матеріали.

Для виготовлення цієї продукції в Україні є досить великі заводи оснащені термопластавтоматами для виробництва полімерної продукції. Важливе значення мають самі термопластавтомати які встановлені у різних лініях. За допомогою яких відбувається виробництво основної маси полімерної продукції.

Більшість ліній для виробництва полімерних виробів, та виробів з композитних матеріалів оснащені термопластавтоматами. Термопластавтомати застосовуються для створення полімерної продукції від горщиків для квітів до бамперів автомобілів. Вузли термопластавтомата завжди мають потребу у модернізації так як вимоги до продукції кожного року збільшуються. Одним з головних вузлів термопластавтомата є запираючий механізм від роботи якого прямо-пропорційно залежить якість вихідної продукції. Також ще одним вузлом який має високий вплив на якість вихідного матеріалу є дозуючий пристрій термопластавтомата, який дозує подачу матеріалу з якого відбувається формування деталі.

Було вибрано 2 модернізації:

- Модернізація охолоджуючого барабана вальців полягає в застосуванні отворів в корпусі вальця, які зв'язані з охолоджуючим каналом. Це призводить до збільшення коефіцієнту тепловіддачі від метала до циркулюючій в порожнині охолоджуючої води, що призводить до

- Модернізація запираючого механізму термопластавтомата полягає в тому, що застосовується повністю нова схема запирання напівформи. Це призводить до:

- підвищення якості вихідного матеріалу;
- підвищення надійності та довговічності машини, тобто підвищується термін роботи машини без поломок;
- зменшення браку в виробництві, що мав місце в результаті не достатнього запирання напівформ і утворення облою;
- зменшення металоємності та маси конструкції;
- спрощення обслуговування механізму запирання

- Модернізація дозуючого пристрою термопластавтомату полягає в виконанні пластини кінематично поєднаної з інжекційним механізмом термопластавтоматом, що значно підвищує якість вихідної продукції та стабілізації розплаву у каналі гомогенізації. Це дозволяє збільшити кількість якісної продукції та підняти саму якість, це призводить до:

- підвищення якості вихідної продукції

- стабілізацію розплаву в каналі гомогенізації
- покращує надійність роботи термопластавтомату

Тому для деталі запираючого механізму термопластавтомату було проведено параметричні, розрахунки на міцність.

За допомогою 3Д-моделювання було створено модель деталі та розрахунок їх за допомогою програмного забезпечення. Розрахунок показав, що дана деталь повністю задовольняє технічні характеристики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизированное проектирование валковых машин для переработки полимеров / Ю. Е. Лукач, Л. Г. Воронин, В. Н. Бондаренко и др. – К.: Техника, 1988. – 208 с.
2. Лукач Ю. Е., Рябинин Д. Д., Метлов Б. Н. Валковые машины для переработки пластмасс и резиновых смесей. – М.: Машиностроение, 1967. – 296 с.
3. Бекин Ю. Е. Расчет технологических параметров и оборудование для переработки резиновых смесей в изделия. – Л.: Химия, 1987. – 272 с.
4. Рябинин Д. Д. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей / Д. Д. Рябинин, Ю. Е. Лукач. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.
5. Переработка пластмасс: Справ. пособие / Под ред. В. А. Брагинского. – Л.: Химия, 1985. – 256 с.
6. Щербина В.Ю., Конструкторське проектування обладнання. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 83 с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25669>
7. Конструкции каландров и схемы переработки на них пластических масс и резиновых смесей / И.О.Микулёнок, С.А.Рощупкин, Ю.Е.Лукач и др. – К., 1989.
8. Щербина В.Ю., Чемерис А.О., Конструкторське проектування обладнання. Курсовий проект [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 38 с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25664>
9. Ансеров М. А. Приспособление для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. – 652 с.
10. Боженов Н. П., Семенов К. Д. Ремонт и монтаж оборудования заводов переработки пластмасс и резины. – М.: Химия, 1974. – 248 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещрякова. – М.: Машиностроение 1986. – 656 с.
12. Щербина В.Ю., Методологія проектування. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. – 77 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25673>
13. Пат. України № 120214 U, МПК В29В 7/62, заявл. 27.04.2017, 25.10.2017, Бюл.№ 20
14. Пат. України № 104323 U, МПК В29С 43/46, заявл. 07.07.2015, опубл. 25.01.2016, Бюл.№ 2.

15. Пат. України № 55177 U, МПК (2009) B29C 43/24 (2009/01), B29B 7/00, заявл. 30.04.2009, опубл. 26.10.2009.
16. Пат. України № 104486 U, МПК (2006) B29C 43/24 (2006/01), заявл. 12.05.2012, опубл. 10.02.2016.
17. Пат. України № 630 U, МПК B29B 7/58 7/56, заявл. 23.12.1999, опубл. 16.10.2000
18. Пат. України № 66229 U, МПК B29B 7/56, заявл. 16.06.2011, опубл. 26.12.2011
19. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г., "Моделювання процесу нестационарного теплообміну в футерівці обертових агрегатів". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, – 2020, – №2(19). С. 20-31. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.2.2020.208052>
20. Пат. України № 124144, МПК B29B 7/58, заявл. 02.10.2017, опубл. 26.03.2018
21. Практикум із охорони праці: Навч. посіб. / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук та ін. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
22. Ткачук К. Н. Справочник по охоране труда на промышленном предприятии. – К.: Техника, 1991 – 285 с.
23. Карвацький А.Я., Мікульонок І.О., Борщик С.О., Караулова В.О. "Моделювання механічних властивостей армованих полімерних матеріалів пакувального призначення". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2018. N 1. С. 24-32. DOI:10.20535/2306-1626.1.2018.143371.
24. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г., Єфименко Є.А.. "Дослідження напружено-деформованого стану обертового теплового агрегату". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2018. N 1. С. 65-72. DOI: 10.20535/2306-1626.1.2018.143382.
25. Сокольський О.Л., Івіцький І.І. "Моделювання течії розплавів полімерів за наявності низьков'язкого пристінного шару". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2019. N 1. С. 35-40. DOI: 10.20535/2617-9741.1.2019.171033.
26. Shcherbina V., Shvachko D., Borshchik S. Heat exchange simulation in energy zones of a rotary kiln with change of heat resistance of the body. Technology audit and production reserves 2019. №6/1(50). pp. 36-41. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.189169>

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

УДК 678.057

Модернізація механізму запирання напівформи для зменшення бракованої продукції

Прищепа А.О., магістр

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Запропоновано модернізацію механізму запирання напівформи для зменшення бракованої продукції та підвищення якості

Базова конструкція запираючого механізму [1] у звичайних термопластавтоматах оснований на гідроциліндрі високого тиску, але це не завжди дає можливість отримувати вироби заданої якості. Для удосконалення конструкції запираючого механізму з метою підвищення якості отримуваного виробу, та зменшення кількості бракованих виробів було прийнято рішення [2].

Удосконалення полягають в тому що механізм замикання на прикладі термопластавтомата, містить як мінімум два одноплічних важеля 1, шарнірно встановлених на нерухомій плиті 6 і кінематично з'єднаних з приводом, пов'язаним з рухомою плитою 12. При цьому одноплічні важелі 1 з'єднані з двоплічними 9, другим плечем пов'язаними за допомогою проміжних ланок 14 з приводом, при цьому двоплічні важелі дзеркально встановлені в опорах 11 на рухомій плиті 12, причому з віссю 2 обертання в кожній, що лежить в одній площині з віссю обертання відповідного одноплічного важеля, в положенні замкнених напівформи розташовані між його осями.

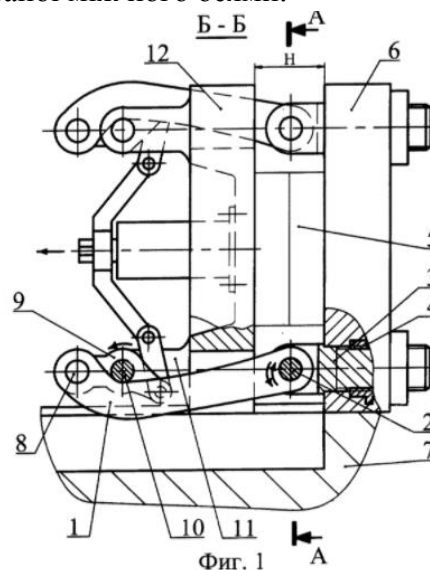


Рис. 1 Запираючий пристрій

Дане удосконалення дозволяє підвищити, якість виготовленої продукції за рахунок кращого запирання напівформи і зменшення кількості браку.

Література

1. Н. Басов, Ю. Казанов/ Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов.— Букинистическое издание, 1986. —488 с.
2. Патент RU 2305631, МПК В29С 45/66 (2006.01). Механізм запирання/ Харченко С.Н. (RU); заявл. 11.01.2006 , опубл. 10.09.2007, бюл. № 25.

УДК 678.057

Модернізація дозуючого пристрою для зменшення бракованою продукції

Прищепа А.О., Сівецький В.І., к.т.н., проф.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Запропоновано модернізацію дозуючого пристрою для зменшення бракованої продукції та підвищення якості

Базові конструкції черв'ячних екструдерів [1] не мають пристроїв для регулювання подачі матеріалу. Це погано впливає на стабільність процесу екструзії, якість виробів та кількість бракованою продукції. Для удосконалення конструкції дозуючого пристрою з метою підвищення якості отримуваного виробу, та зменшення кількості бракованих виробів було прийнято рішення [2].

Удосконалення полягають в тому що у корпусі 1 встановлено важільний механізм 4 який нерухомо закріплений на ньому та має регульовану по довжині точку опори, одним кінцем він з'єднаний з опірною плитою черв'яка, а до другого кінця прикріплена заслінка 5 для регулювання подачі перероблюваного матеріалу яка знаходиться в корпусі завантажувальної горловини 3. За рахунок можливості переміщення відносно повздовжньої осі черв'яка і нерухомо закріпленого на корпусі важеля можливо автоматичне регулювання подочі матеріалу в екструдер.

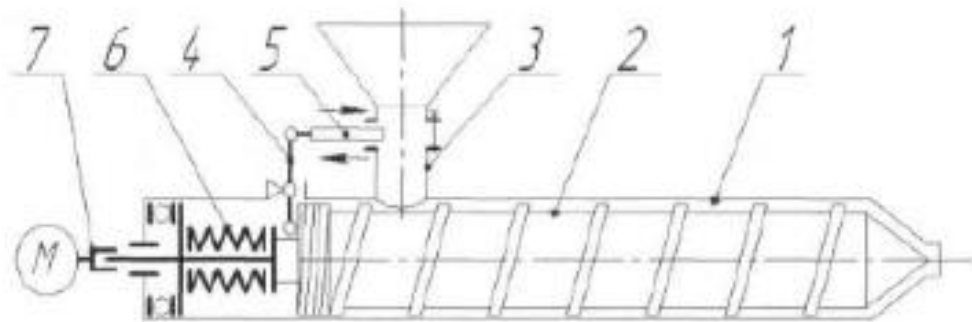


Рис. 1 Дозуючий пристрій

Дане удосконалення дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики екструдерів, якість виготовленої продукції за рахунок стабілізації процесу екструзії і зменшення кількості браку.

Література

1. Н. Басов, Ю. Казанов/ Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов.— Букинистическое издание, 1986. —488 с.
2. Патент UA 89061, МПК В29С 47/10 (2006.01). Червячний екструдер/ Чаплыгин В. Я. (RU); заявл. 31.10.2013 , опубл. 10.04.2014, бюл. № 7.